

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ**

**«Системи контролю**  
**небезпечних та шкідливих виробничих факторів»**

*(для студентів 4 курсу денної форми навчання галузь знань 1702 – Цивільна безпека напряму підготовки 6.170202 – Охорона праці)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2016**

Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Системи контролю небезпечних та шкідливих виробничих факторів» (для студентів 4 курсу денної форми навчання галузь знань 1702 – Цивільна безпека напряму підготовки 6.170202 – Охорона праці) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : В. Е. Абракітов. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 70 с.

Укладач: д-р техн. наук, доц. В. Е. Абракітов

Рецензент: канд. техн. наук, проф. Я. О. Сєріков

Рекомендовано кафедрою «Безпека життєдіяльності», протокол № 8 від 28. 11. 2012 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
МОДУЛЬ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ.....	6
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1 .....	6
Тема: Вступне заняття. Мета і основні завдання вивчення дисципліни .....	6
1.1 Актуальність вивчення дисципліни «Системи контролю виробничих небезпечних та шкідливих факторів» .....	6
1.2 Професійні компетенції фахівців в галузі охорони, пов'язані із системами контролю виробничих небезпечних та шкідливих факторів .....	7
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2 .....	11
Тема: Основні поняття автоматичної системи .....	11
2.1 Основні поняття автоматичної системи і термінологія .....	11
2.2 Уява про лінійні і нелінійні системи .....	13
2.3 Вплив як взаємодія між автоматичною системою і зовнішнім середовищем .....	14
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3 .....	15
Тема: Основні моделі і характеристики елементів, пристроїв і систем автоматичного виявлення та ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру .....	15
3.1 Елементи систем автоматичного виявлення та ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру .....	15
3.2 Класифікація систем і принципи автоматичного регулювання .....	17
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4 .....	18
Тема: Принципи регулювання .....	18
4.1 Принцип регулювання за відхиленням .....	19
4.2 Принцип регулювання за збуренням .....	19
4.3 Принцип комбінованого регулювання .....	19
4.4 Принцип адаптації .....	20
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 ВИРОБНИЧА АВТОМАТИКА ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ .....	21
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5 .....	21
Тема: Контрольно-вимірювальні прилади і виробнича автоматика .....	21
5.1 Різновиди систем автоматичної системи .....	21
5.2 Класифікація елементів систем автоматичної системи .....	21
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6 .....	26
Тема: Виробнича автоматика для попередження аварійних ситуацій .....	26
6.1 Історія пожежної та іншої виробничої автоматичної системи для попередження аварійних ситуацій .....	26
6.2 Завдання забезпечення пожежної безпеки та безпеки технологічних процесів із застосуванням виробничої автоматичної системи .....	28
6.3 Класифікація систем та пристроїв пожежної та виробничої автоматичної системи .....	29

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА АВАРІЙНИМИ СИТУАЦІЯМИ .....	30
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 7 .....	30
Тема: Системи пожежного спостереження.....	30
7.1 Принципи побудови і загальні вимоги до систем пожежевибухобезпеки....	30
7.2 Загальні вимоги побудови пристроїв захисту.....	31
7.3 Статичні і динамічні характеристики пристроїв захисту.....	33
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 8 .....	34
Тема: Структурні схеми і види перетворень .....	34
8.1 Види перетворень .....	34
8.2 Узагальнена структурна схема вимірювальної інформаційної системи .....	36
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 9 .....	37
Тема: Системи радіаційного та хімічного спостереження.....	37
9.1 Необхідність контролю радіоактивних та хімічних речовин .....	37
9.2 Технічні засоби індикації отруйних речовин і отрут .....	38
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 10 .....	40
Тема: Загальна система приладів і засобів автоматизації для попередження аварійних ситуацій .....	40
10.1 Переваги створення загальної системи приладів і засобів автоматизації для попередження аварійних ситуацій.....	40
10.2 Уніфікація в конструюванні приладів і засобів автоматизації для попередження аварійних ситуацій .....	41
10.3 Класифікація приладів і засобів автоматизації для попередження аварійних ситуацій .....	41
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 11 .....	42
Тема: Установки пожежної сигналізації.....	42
11.1 Пожежні сповіщувачі установок .....	42
11.2 Обладнання, апаратура та приміщення для їх розміщення .....	44
11.3 Локальні мережі і лінії електроживлення.....	46
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 12 .....	47
Тема: Монтаж і випробування установок пожежної сигналізації .....	47
12.1 Монтаж сповіщувачів .....	47
12.2 Монтаж приймально-контрольних приладів і оповіщувачів.....	48
12.3 Монтаж електричних проводок.....	49

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4 ЗАСОБИ АВТОМАТИКИ ДЛЯ ЛОКАЛІЗУВАННЯ ТА ЛІКВІДУВАННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ ТА ЇХ НАСЛІДКІВ.....	50
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 13 .....	50
Тема: Установки водяного та пінного пожежогасіння .....	50
13.1. Спринклерні установки.....	50
13.2 Дренчерні установки.....	53
13.3 Трубопроводи установок .....	53
13.4 Водопостачання установок.....	55
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 14 .....	58
Тема: Установки газового пожежогасіння.....	58
14.1 Класифікація установок газового пожежогасіння.....	58
14.2 Установки об'ємного пожежогасіння .....	59
14.3 Установки локального пожежогасіння .....	59
14.4. Трубопроводи установок та вентиляційні системи приміщень .....	60
14.5 Станції пожежогасіння .....	60
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 15 .....	62
Тема: Установки порошкового пожежогасіння.....	62
15.1. Класифікація установок порошкового пожежогасіння.....	62
15.2 Установки об'ємного пожежогасіння .....	63
15.3 Установки локального пожежогасіння .....	64
15.4 Трубопроводи установок та вентиляційні системи приміщень .....	65
15.5 Станції пожежогасіння.....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	67

## **ВСТУП**

Фахівці в галузі охорони праці, повинні поряд з глибокими знаннями з комплексу фундаментальних та інженерних дисциплін мати знання з питань небезпек і ризиків у техносфері, надійності сучасних технічних систем, їх експертизи, діагностики порушень і аварійних ситуацій, а також мати навички з ліквідації аварій і локалізації їх наслідків.

Дисципліна «Системи контролю небезпечних та шкідливих виробничих факторів» відноситься до циклу дисциплін професійної та практичної підготовки для підготовки бакалаврів за галуззю знань 1702 – Цивільна безпека напряму підготовки 6.170202 – Охорона праці.

Необхідна навчальна база перед початком вивчення дисципліни: з метою найкращого засвоєння матеріалу студенти повинні до початку вивчення дисципліни опанувати знання і навички забезпечення безпеки діяльності, життя та здоров'я людини.

## **МОДУЛЬ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ**

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1**

Тема: Вступне заняття. Мета і основні завдання вивчення дисципліни

Питання, що розглядаються на практичному занятті:

**1. Актуальність вивчення дисципліни «Системи контролю виробничих небезпечних та шкідливих факторів»**

**2. Професійні компетенції фахівців в галузі охорони, пов'язані із системами контролю виробничих небезпечних та шкідливих факторів**

#### **1.1 Актуальність вивчення дисципліни «Системи контролю виробничих небезпечних та шкідливих виробничих факторів»**

Безпека і стійкість розвитку суспільства – два взаємозв'язані поняття, що мають вирішальне значення при виборі орієнтирів і шляхів досягнення високого матеріального і духовного рівнів життя людей.

Забезпечення безпеки населення і навколишнього природного середовища є доволі складним технічним завданням, вирішення якого неможливе без вдосконалення і поглиблення інженерної підготовки у області дослідження надійності, прогнозування і забезпечення безпеки технічних систем. У ряді промислово розвинених країн вивчення безпеки технічних систем, як окремої незалежної діяльності, було введено в практику в шестидесятих роках ХІХ сторіччя (для прикладу можна навести США, де починаючи з 50-х років,

розпочалася діяльність із створення системи безпеки авіаційно-космічної техніки. Центр уваги перемістився від аналізу поведінки окремих елементів різного типу (електричних, механічних, гідравлічних) на причини і наслідки, що викликаються відмовою цих елементів у відповідній системі. «Дерево відмов», «дерево наслідків», «метод послідовної експертизи», «експертні оцінки» та інші методи виявлення відмов були взяті на озброєння фахівцями, що працюють в хімічній і інших небезпечних галузях промисловості, якраз із сфери військових і аерокосмічних досліджень.

Швидкі темпи розвитку економіки пов'язані з комплексною механізацією і автоматизацією виробничих процесів у всіх галузях народного господарства. А це вимагає збільшення випуску точних приладів, обладнання, засобів автоматизації, в тому числі засобів з використанням мікропроцесорної техніки. Тому на державному рівні велика увага приділяється розвитку і дослідженню засобів автоматизації. Прийнято цілий ряд галузевих програм.

В сучасній техніці автоматичні пристрої отримали дуже широке поширення, так як ефективне використання виробничих агрегатів, а також розробка нових високоефективних установок стає можливим лише при передачі функцій управління приладам і засобам автоматизації. Крім того, деякі процеси в промисловості супроводжуються небезпечними для людини дією хімічного, теплового, радіаційного характеру, а також можуть бути небезпечними при використанні у виробництві пожеже- і вибухонебезпечних речовин.

## **1.2 Професійні компетенції фахівців в галузі охорони, пов'язані із системами контролю виробничих небезпечних та шкідливих факторів**

Під час експертизи проектів систем опалення, вентиляції і кондиціонування, враховуючи теоретичні положення законів механіки рідин та газів, положення ЕСКД, ЕСТД, технологічні вимоги до об'єкта та його специфіку, керуючись вимогами ДСТУ, ТУ, будівельних норм, чинних стандартів, норм та правил з питань охорони праці, виробничої санітарії, протипожежного стану та охорони навколишнього середовища, використовуючи дані технічних характеристик систем захисту в умовах виробництва майбутні фахівці в галузі охорони праці повинні вміти:

- класифікувати системи вентиляції та визначати їх призначення для встановлення відповідності вибору залежно від специфіки небезпечних факторів об'єкту при влаштуванні систем вентиляції у будівлях (групах приміщення) різного призначення.

Під час здійснення контролю за дотриманням у підрозділах підприємства законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці, враховуючи особливості техногенної безпеки об'єкта, техногенну небезпеку виробничих процесів, вимоги чинних нормативних документів, в умовах

виробництва для зменшення ризику травмування чи загибелі людей майбутні фахівці в галузі охорони праці повинні вміти:

- аналізувати відповідність та рівень впровадження технічних рішень, засобів автоматики щодо запобігання виникнення нещасних випадків та аварійних ситуацій;
- аналізувати рівень впровадження технічних рішень, засобів автоматики, які призначенні для мінімізації наслідків аварійних ситуацій;
- аналізувати рівень впровадження технічних рішень, засобів автоматики, які призначенні для завчасного сповіщення;
- аналізувати рівень впровадження технічних систем та засобів, які призначенні для зв'язку й оповіщення про аварійні ситуації;
- аналізувати відповідність та рівень впровадження систем автоматичного спостереження.

На певному об'єкті в умовах виробничої діяльності, керуючись вимогами чинної нормативної документації, на підставі технічних характеристик систем захисту будівель і споруд, даними про безпеку об'єктів, з урахуванням особливостей фахової й соціально-виробничої та побутової діяльності, разом з органами, що здійснюють державний нагляд у відповідній сфері в межах своєї компетенції для виявлення безпеки майбутні фахівці в галузі охорони праці повинні вміти:

- контролювати дотримання графіків замірів параметрів небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- перевіряти наявність і утримання у готовності систем оповіщення на об'єктах і у зонах можливого ураження;
- при загрозі виникнення надзвичайної ситуації за допомогою штатних та індивідуальних джерел інформації забезпечувати оперативне приймання сигналів про виникнення безпеки та їх розпізнавання персоналом об'єкту.

Під час перевірок дотримання працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, використовуючи дані принципової технологічної схеми виробництва, характеристику основних технологічних процесів, дані щодо ємності основних технологічних апаратів, транспортних комунікацій, кількості робочих місць (людей), що знаходяться у приміщенні, розташування потенційно небезпечних об'єктів, результати ідентифікації та декларування безпеки об'єктів підвищеної безпеки, плани локалізації та ліквідації аварійних ситуацій та аварій на виробництві в умовах повсякденної діяльності для встановлення рівня захисту майбутні фахівці в галузі охорони праці повинні вміти:

- перевіряти наявність і утримання у готовності на об'єктах підвищеної безпеки локальних систем виявлення загрози виникнення техногенних надзвичайних ситуацій та локальних систем оповіщення працюючого



персоналу цих об'єктів.

В умовах аварії на виробництві під час здійснення дій з ліквідації її наслідків, що загрожують життю і здоров'ю людей, враховуючи конструктивні особливості виробничих споруд, технологічного обладнання (апаратів), на яких сталася аварія, порядок залучення сил та засобів майбутні фахівці в галузі охорони праці повинні вміти:

- використовувати засоби централізованого оповіщення для своєчасної ліквідації аварії та її наслідків.

Під час експертизи проектів систем опалення, вентиляції і кондиціонування, враховуючи теоретичні положення законів механіки рідин та газів, положення ЕСКД, ЕСТД, технологічні вимоги до об'єкта та його специфіку, керуючись вимогами ДСТУ, ТУ, будівельних норм, чинних стандартів, норм та правил з питань охорони праці, виробничої санітарії, протипожежного стану та охорони навколишнього середовища, використовуючи дані технічних характеристик систем захисту в умовах виробництва майбутні фахівці в галузі охорони праці повинні вміти:

- визначати необхідність застосування, види систем димовидалення для прийняття рішень протидимного захисту приміщень, будівель та споруд.

Під час здійснення контролю за дотриманням у підрозділах підприємства законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці, враховуючи особливості техногенної небезпеки об'єкта, техногенну небезпеку виробничих процесів, вимоги чинних нормативних документів, в умовах виробництва для зменшення ризику травмування чи загибелі людей майбутні фахівці в галузі охорони праці повинні вміти.

- аналізувати відповідність та рівень впровадження технічних рішень, засобів автоматики щодо запобігання виникнення нещасних випадків та аварійних ситуацій;

- аналізувати рівень впровадження технічних рішень, засобів автоматики, які призначені для мінімізації наслідків аварійних ситуацій;

- аналізувати рівень впровадження технічних рішень, засобів автоматики, які призначені для завчасного сповіщення;

- аналізувати рівень впровадження технічних систем та засобів, які призначені для зв'язку й оповіщення про аварійні ситуації;

- аналізувати відповідність та рівень впровадження систем автоматичного спостереження.

На певному об'єкті в умовах виробничої діяльності, керуючись вимогами чинної нормативної документації, на підставі технічних характеристик систем захисту будівель і споруд, даними про небезпеку об'єктів, з урахуванням особливостей фахової й соціально-виробничої та побутової діяльності, разом з органами, що здійснюють державний нагляд у відповідній сфері в межах своєї

компетенції для виявлення небезпеки майбутні фахівці в галузі охорони праці повинні вміти:

- контролювати дотримання графіків замірів параметрів небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- перевіряти наявність і утримання у готовності систем оповіщення на об'єктах і у зонах можливого ураження;

На певній ділянці (об'єкті, території) в умовах об'єктового рівня, за результатами нагляду за дотриманням законів та інших нормативно-правових актів з питань охорони праці в частині промислової безпеки, з урахуванням особливостей техногенної небезпеки об'єкта, охорони праці, виробничої санітарії, протипожежного стану та охорони навколишнього середовища для усунення причин та умов, що сприяють виникненню та поширенню аварії майбутні фахівці в галузі охорони праці повинні вміти:

- при загрозі виникнення надзвичайної ситуації за допомогою штатних та індивідуальних джерел інформації забезпечувати оперативне приймання сигналів про виникнення небезпеки та їх розпізнавання персоналом об'єкту.

Під час перевірок дотримання працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, використовуючи дані принципової технологічної схеми виробництва, характеристику основних технологічних процесів, дані щодо ємності основних технологічних апаратів, транспортних комунікацій, кількості робочих місць (людей), що знаходяться у приміщенні, розташування потенційно небезпечних об'єктів, результати ідентифікації та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки, плани локалізації та ліквідації аварійних ситуацій та аварій на виробництві в умовах повсякденної діяльності для встановлення рівня захисту майбутні фахівці в галузі охорони праці повинні вміти:

- перевіряти наявність і утримання у готовності на об'єктах підвищеної небезпеки локальних систем виявлення загрози виникнення техногенних надзвичайних ситуацій та локальних систем оповіщення працюючого персоналу цих об'єктів;

В умовах аварії на виробництві під час здійснення дій з ліквідації її наслідків, що загрожують життю і здоров'ю людей, враховуючи конструктивні особливості виробничих споруд, технологічного обладнання (апаратів), на яких сталася аварія, порядок залучення сил та засобів майбутні фахівці в галузі охорони праці повинні вміти:

- використовувати засоби централізованого оповіщення для своєчасної ліквідації аварії та її наслідків.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2**

Тема: Основні поняття автоматики

### **Питання, що розглядаються на практичному занятті:**

- 1. Основні поняття автоматики і термінологія**
- 2. Уява про лінійні і нелінійні системи**
- 3. Вплив як взаємодія між автоматичною системою і зовнішнім середовищем**

#### **2.1 Основні поняття автоматики і термінологія**

Технологічний процес, як і режими роботи машин, характеризується сукупністю фізичних або хімічних параметрів, що впливають на ефективність процесу. Протягом технологічного процесу ці параметри не повинні виходити за межі заданих значень, які визначаються режимною картою процесу.

Однак дані параметри з плином часу змінюються, виходячи за межі допустимих значень.

Завданням автоматизації в цьому випадку і є зведення до мінімуму відхилення основних параметрів процесу а, отже, і його вихідних величин, від необхідних значень.

**Автоматизація виробничих процесів** - це вищий рівень розвитку машинної техніки, отримання і використання інформації, коли регулювання і керування виробничим процесом здійснюється без участі людини, а лише під її контролем, що забезпечує досягнення поставленої технічної мети, полегшує працю, підвищуючи її продуктивність.

Розрізняють **автоматизовані системи і автоматичні системи керування**.

**Автоматизована система керування (АСК)** – це сукупність керованого об'єкта й автоматичних вимірювальних та керуючих пристроїв, у якій частину функцій виконує людина (ДСТУ 2941-94).

Автоматизована система керування (АСК), або автоматизована система управління (АСУ) – це автоматизована система (АС), що ґрунтується на комплексному використанні технічних, математичних, інформаційних та організаційних засобів для управління складними технічними й економічними об'єктами. Призначена для автоматизації процесів збирання та пересилання інформації про об'єкт керування, її перероблення та видавання керівних дій на об'єкт керування (ДСТУ 2226-93); сукупність економіко-математичних методів, технічних засобів (ЕОМ, пристроїв відображення інформації, засобів зв'язку та ін.) і організаційної структури, що забезпечують раціональне керування складними об'єктами і процесами. АСК дає змогу розв'язувати задачі перспективного та оперативного планування

виробництва, оперативного розподілу завантаження обладнання, оптимального розподілу обладнання та використання ресурсів і ін. АСК належить до класу **людино-машинних систем** і складається з функціональної і забезпечувальної частин. Функціональна частина включає систему моделей планово-економічних і управлінських задач, забезпечувальна частина – інформаційну і технічну бази, математичне забезпечення, економіко-організаційну базу та ін. Інформаційна база АСК – це розміщена на машинних носіях інформації сукупність всіх масивів даних, необхідних для автоматизації управління об'єктом або процесом. Техн. база – комплекс технічних засобів збору, передачі, обробки, накопичення і видачі даних, а також пристроїв, що безпосередньо впливають на об'єкти управління. Математичне (програмне) забезпечення АСК поділяється на системне і спеціальне. Перше включає операційні системи (ОС), призначені для управління роботою пристроїв обчислювальних машини. За допомогою операційних систем здійснюється також звернення до ЕОМ з віддалених абонентських пунктів. Спеціальне математичне забезпечення включає пакети прикладних програм, що здійснюють організацію й обробку даних з метою реалізації необхідних функцій управління в рамках певних економіко-математичних та організаційних моделей. Розрізняють такі основні типи АСК:

- системи організаційного (або адміністративного) керування (АСОК);
- керування технологічними процесами (АСК ТП).

До АСОК входять автоматизовані системи керування підприємством (АСКП), галузеві автоматизовані системи керування (ГАСК) і спеціалізовані автоматизовані системи керування функціональних органів управління господарством. До останніх належать автоматизовані системи планових розрахунків (АСПР), керування матеріально-технічним постачанням (АСК МТП), керування науково-технічним процесом (АСК НТП) та ін.

**Автоматична система керування** – це сукупність керованого об'єкта й автоматичних вимірювальних та керуючих пристроїв. На відміну від автоматизованої системи керування, ця система самодіюча і реалізує встановлені функції процеси автоматично, *без участі людини* (крім етапів пуску та налагодження системи). На практиці часто послуговуються терміном-аналогом **система автоматичного керування (САК)**.

**Автоматичним регулюванням** називають підтримку на заданому рівні певної фізичної (хімічної) величини, що характеризує процес, або зміну її згідно із заданим законом.

**Автоматичне керування** – більш широке поняття, в цьому випадку здійснюється сукупність впливів на процес, вибраних з певної множини можливих.

Як правило, АСКТП (вищий рівень керування) включає в себе ряд локальних САК або САР (нижній рівень), які можуть здійснювати:

- стабілізацію на заданому рівні певного параметра;
- зміну певної величини згідно із заданим законом;
- екстремальне регулювання вихідної величини процесу.

Автоматика, як і будь-яка інша наука, має свої поняття і терміни, які є відображенням накопичених знань. Зупинимося на основних з них.

## 2.2 Уява про лінійні і нелінійні системи

Автоматична система будь-якої складності складається з *керованого об'єкта* (*об'єкта автоматичного керування, регулювання*) і автоматичного керуючого пристрою (*регулятора*). Об'єкт регулювання і автоматичний регулятор і утворюють *систему автоматичного регулювання* (САР).

**Системою автоматичного регулювання (САР)** називають таку **систему автоматичного керування (САК)**, задача якої полягає у підтримці вихідної величини об'єкта  $X$  на заданому рівні  $X_{\text{зад}}$ . У залежності від характеру діяння що задають розрізняють САР трьох видів: *системи стабілізації, системи програмного управління, слідкуючі системи*.

**Лінійними автоматичними системами** називають такі системи, які можна описати з достатньою точністю лінійними рівняннями (алгебраїчними, диференціальними, рівняннями в кінцевих різницях і т.д.). Лінійні системи поділяють на стаціонарні і нестаціонарні. Параметри лінійних стаціонарних систем незмінні у часі, ці системи описуються лінійними рівняннями з постійними коефіцієнтами. Лінійні нестаціонарні системи мають змінні у часі параметри і описуються лінійними рівняннями із змінними коефіцієнтами.

**Нелінійні системи** – автоматичні системи, динаміка яких описується нелінійними рівняннями. Більшість автоматичних систем є нелінійними. Нелінійності виникають з різних причин: через наявність зон нечутливості і зони насичення в статичних характеристиках окремих елементів, при включенні в керуючий пристрій системи нелінійних елементів (реле) і та ін. Якщо нелінійності сильно впливають на динамічні властивості системи, то їх враховують і досліджують систему як нелінійну. Однак у багатьох випадках, особливо в системах із зворотними зв'язками при малих відхиленнях, нелінійності впливають неістотним чином, і такі системи можна вважати лінійними.

**Об'єкт керування (регулювання)** – це сукупність технічних засобів (машин, апаратів, пристроїв), які виконують технологічний процес, але при цьому потребують спеціально організованих впливів ззовні для досягнення поставленої мети керування.

**Вхідна величина** об'єкта регулювання (канал керування) – фізична величина на вході об'єкта регулювання, значення якої впливає на регульовану величину об'єкта. Цей параметр будемо позначати як  $X(t)$ .

**Регульована (вихідна) величина** – фізичний параметр, який цілеспрямовано змінюється або зберігається незмінним у процесі керування. Умовимося позначати даний параметр через  $Y(t)$ .

Звичайно регульовані величини в тій або іншій мірі характеризують якісно-кількісні показники процесу в керованому об'єкті.

**Поточне значення** регульованої величини ( $Y_T$ ) – абсолютне значення параметра в даний момент часу.

**Задане значення** регульованої величини ( $Y_3$ ) – абсолютне значення вихідного параметра, яке є метою керування даним об'єктом. Цей параметр вводиться у САР за допомогою елемента автоматики, який називають «задаючим пристроєм», або «за датчиком». Задатчик може розташовуватися поблизу регулятора або знаходитися на значній відстані від автоматичної системи і бути пов'язаним з нею дистанційно.

## **2.3 Вплив як взаємодія між автоматичною системою і зовнішнім середовищем**

**Впливом** в автоматичці прийнято називати взаємодію між автоматичною системою (а також між її частинами) і зовнішнім середовищем. Розрізняють збурюючі, задавальні, керуючі впливи та завади (перешкоди).

**Збурюючий вплив** (збурення,  $Z_B$ ) – фізичний або хімічний вплив на об'єкт регулювання, що спричиняє відхилення регульованої величини. Збурення часто носять випадковий характер, іноді вони не контролюються і визначаються властивостями початкових умов.

**Задавальний вплив** – вплив, що подається на вхід регулятора і містить інформацію про заданий закон зміни керованої (регульованої) величини.

**Керуючий вплив** – це вплив, який виконує алгоритм керування (регулювання). Формується регулятором.

**Завади (перешкоди)** – сигнали або дії, які спотворюють корисний сигнал, який несе основну інформацію у пристроях вимірювання, телевимірювання, зв'язку САК, САР. Завади по суті є другорядними (не основними) збуреннями.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3

**Тема:** Основні моделі і характеристики елементів, пристроїв і систем автоматичного виявлення та ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру

### Питання, що розглядаються на практичному занятті:

1. Елементи систем автоматичного виявлення та ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру

2. Класифікація систем і принципи автоматичного регулювання

3.1 Елементи систем автоматичного виявлення та ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру

**Автоматичний регулятор** – пристрій, що виробляє керуючий сигнал для зміни (регулювання) вихідного параметра.

**Виконавчий механізм** – електричний, пневматичний або гідравлічний привод, що виробляє *керуючий вплив*, який через *регулюючий орган* впливає на канал керування *об'єкта регулювання* і змінює його стан. Виконавчий механізм, як правило, складається з сервомотора постійного або змінного струму та джерела живлення. Ряд виконавчих механізмів включають також підсилювачі.

**Регулюючий орган** – технологічний елемент, розташований, як правило, безпосередньо на об'єкті регулювання, служить для зміни вхідної фізичної величини, що впливає на регульований параметр.

**Керуючий вплив** ( $\mu(t)$ ) – вплив, який виконує алгоритм керування. У САР збагачувальними процесами це найчастіше переміщення робочого елемента регулюючого органу, що спричиняє зміну вхідної величини об'єкта регулювання.

*Важливими поняттями з теорії автоматичного регулювання (ТАР) є «зворотний зв'язок», «сигнал розузгодження», «перехідний процес», «стійкість САР».*

**Зворотний зв'язок** – будь-який елемент автоматики, що передає сигнал (інформацію) з виходу якого-небудь об'єкта на його вхід. Якщо сигнал зворотного зв'язку має той же знак, що і знак сигналу основного ланцюга, то зворотний зв'язок називається додатним. При протилежному знаку сигналу зворотного зв'язку його називають від'ємним.

Від'ємний зворотний зв'язок знижує коефіцієнт підсилення, підвищує стійкість процесу, пригнічує (подавляє) коливання і знижує інерційність елемента. Тому основний вид зворотного зв'язку в системах автоматичного регулювання – від'ємний.

Крім того, у САР розрізняють *зовнішній* зворотний зв'язок, який з'єднує вихід усієї системи з її входом, та *внутрішній (місцевий)*, що з'єднує вихід окремого елемента або групи послідовно з'єднаних елементів з їх входом.

Зворотний зв'язок, який діє і в усталеному і у перехідному процесах називають *твердим*. Зворотний зв'язок, який діє тільки у перехідному процесі – *м'яким*.

**Сигнал** (у загальному випадку) – зумовлений (заздалегідь обумовлений) стан або зміна стану параметра, що відображає інформацію, яка міститься у впливі. Звичайно сигнал виражається певною математичною функцією, що однозначно відображає зміни у часі певного представницького параметра.

**Сигнал розузгодження** ( $\Delta(y)$ ) – векторна різниця між поточним значенням параметра і заданим. Даний сигнал звичайно надходить на вхід регулювального пристрою.

**Перехідний процес** – процес зміни в часі координат динамічної системи, який виникає при переході з одного усталеного режиму роботи на інший. Виникає під впливом збурювальних діянь, які змінюють їх стан, структуру або параметри системи, та внаслідок ненульових початкових умов. Залежно від характеру розрізняють: коливальний, слабкоколивальний та неколивальний перехідний процес. Серед коливальних розрізняють монотонні коливальні та немонотонні коливальні перехідні процеси.

**Перехідна функція** – зміна вихідної величини у часі при подачі на вхід одиничного ступінчастого впливу (перехід системи регулювання від одного сталого режиму до іншого). Розрізняють також *імпульсну перехідну функцію (функція ваги)* – зміну вихідної величини у часі при подачі на вхід одиничного імпульсного впливу.

**Перехідна характеристика** – графічне зображення *перехідної функції*.

**Крива розгону** – *перехідна характеристика* керованого об'єкта.

**Стійкість САР** – здатність САР не допускати нескінченного відхилення регульованої величини від заданого значення при будь-якому реальному збуренні у системі.

Вид перехідного процесу і стійкість характеризують якість роботи САР.

**Самовирівнювання (саморегулювання)** – властивість об'єкта керування самостійно, без участі керуючих пристроїв зводити до нуля розузгодження між припливом та витратою речовини або енергії, а керовану величину – до нового усталеного значення.

Для здійснення керування об'єкт повинен мати орган керування, або регулювальний орган, змінюючи положення або стан робочого елемента якого, можна впливати на об'єкт, тобто на вихідний параметр.



Кожний вихідний параметр керується, як правило, своїм локальним каналом (вхідним чинником) з допомогою відповідної САР.

Для пояснення будови і принципу дії автоматичних систем застосовують функціональні і структурні схеми.

**Функціональна схема**, або блок-схема, складається з функціональних блоків, які являють собою конструктивно відособлені частини (елементи або пристрої) автоматичних систем, які виконують певні функції. Функціональні блоки на схемі позначають прямокутниками, всередині яких надписують їх найменування відповідно до функцій, що виконуються. Зв'язки між функціональними блоками (внутрішні впливи) позначаються лініями зі стрілками, які вказують напрям впливів.

Функціональні схеми можуть виконуватися в укрупненому і розгорненому вигляді. У першому випадку (рис. 1) на схемі зображають найбільш важливі блоки системи і зв'язки між ними.



Рисунок 1 – Укрупнена функціональна схема САР

### 3.2 Класифікація систем і принципи автоматичного регулювання

Автоматичні системи можна класифікувати за багатьма ознаками: за призначенням (системи керування технологічними режимами, апаратами і машинами), за характером керованих величин (системи регулювання температури, густини середовища, тиску та ін.); за видом енергії, що використовується для керування (електричні, гідравлічні, пневматичні й ін.) і т.д.

За характером зміни задавального впливу  $x_{\text{в}}(t)$  (заданого значення керованої величини) автоматичні системи розділяють на три типи: системи стабілізації, програмні системи і слідкуючі системи.

*Система стабілізації* – автоматична система, призначена для підтримки із заданою точністю постійного значення керованої величини.

У цій системі необхідне значення керованої величини постійне, а помилка (розузгодження) в усталеному режимі  $\Delta X_{\text{уст}}$  не повинна перевершувати допустимої величини  $\Delta X_{\text{дон}}$ :

$$X_{\text{вх}} = \text{const},$$
$$\Delta X_{\text{уст}} = X_{\text{вх}} - X_{\text{вих}} \leq \Delta X_{\text{дон}}$$

*Програмна система* – автоматична система, завдання якої полягає в зміні керованої величини заздалегідь складеною програмою, що визначається задаючим впливом:

$$X_{вх}(t) = F(t);$$
$$\Delta X_{уст} = X_{вх} - X_{вих} \leq X_{доп},$$

де  $F(t)$  – заздалегідь невідома функція часу.

*Слідкуюча система* – автоматична система, завдання якої полягає в зміні керованої величини відповідно до заздалегідь невідомої функції часу, що визначається задаючим впливом:

$$X_{вх}(t) = F(t);$$
$$\Delta X_{уст} = X_{вх} - X_{вих}$$

де  $F(t)$  – заздалегідь невідома функція часу.

У слідкуючій системі керована величина повинна слідувати за задавальним впливом, що звичайно є повільно змінюваною, але заздалегідь невідомою функцією часу.

*Система екстремального регулювання* – оптимізуюча автоматична система, призначена для пошуку і підтримки координат вхідних параметрів об'єкта, що визначають екстремальне значення вихідної величини. Подібні системи знаходять своє застосування в об'єктах, що характеризуються екстремальною статичною характеристикою з дрейфуючою точкою екстремуму.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4

Тема: Принципи регулювання

Питання, що розглядаються на практичному занятті:

1. Принцип регулювання за відхиленням
2. Принцип регулювання за збуренням
3. Принцип комбінованого регулювання
4. Принцип адаптації

Незважаючи на велику різноманітність технічних процесів, побудова апаратури керування і автоматичних систем ґрунтується на ряді загальних принципів регулювання, основні з яких наступні: *принцип регулювання за відхиленням, принцип регулювання за збуренням, принцип комбінованого регулювання і принцип адаптації.*

Принцип автоматичного регулювання (керування) визначає, як і на основі якої інформації формувати керуючий вплив у системі. Однією з основних ознак, що характеризують принцип регулювання, є необхідна для вироблення керуючого впливу робоча інформація. Вибір принципу побудови автоматичної системи залежить від її призначення, характеру зміни задавальних і збурювальних впливів, можливостей отримання необхідної робочої інформації, стабільності параметрів керованого об'єкта і елементів керуючого пристрою і та ін.

#### **4.1 Принцип регулювання за відхиленням**

Якщо в автоматичній системі керуючий вплив виробляється на основі інформації про відхилення регульованої величини від заданого значення, то кажуть, що система побудована на основі принципу регулювання за відхиленням, або принципу зворотного зв'язку. Для реалізації цього принципу в регулюючому пристрої необхідно здійснювати порівняння дійсного значення регульованої величини із заданим значенням та управляти об'єктом в залежності від результатів цього порівняння.

#### **4.2 Принцип регулювання за збуренням**

Принцип керування за збуренням, або принцип компенсації збурень, полягає в тому, що керуючий вплив у системі виробляється в залежності від результатів вимірювання збурення, що діє на об'єкт. Іншими словами, в даних системах керуючий вплив є функцією збурюючого впливу.

Величина і знак керуючого впливу повинні бути такими, щоб повністю або значною мірою компенсувати вплив збурюючого впливу на об'єкт.

Системи, побудовані за цим принципом, працюють за розімкненим ланцюгом, тобто не мають зворотного зв'язку.

На сьогодні принцип керування за збуренням у практиці застосовується рідко. Основна причина цього – складність, а часто і неможливість виміряти і врахувати всі збурення, що діють на об'єкт. Звичайно враховується дія лише одного або декількох найбільш істотних збурень, які вимірюються контролюючими пристроями.

#### **4.3 Принцип комбінованого регулювання**

Сучасні автоматичні системи високої точності звичайно будують на основі принципу комбінованого керування, що поєднує в собі принципи керування за відхиленням і за збуренням. При цьому в автоматичних системах комбінованого керування нарівні із замкненими контурами, що утворюються від'ємними

зворотними зв'язками, є ланцюги компенсації основного збурюючого впливу  $Z(t)$  або додатковий ланцюг компенсації помилок від задаючого впливу. Подібні системи рекомендується застосовувати для керування об'єктами, які характеризуються наявністю істотних збурень, великою інерційністю і присутністю транспортного запізнення.

Принцип комбінованого керування вільний від недоліків САР за відхиленням і збуренням і поєднує їх переваги.

#### 4.4 Принцип адаптації

Розглянуті принципи автоматичного керування довгий час були єдиними. Однак успішний розвиток кібернетики дозволив застосовувати в автоматичних системах новий принцип керування – принцип адаптації (приспосовування). Характерна особливість цього принципу – здатність системи до самонастройки (налагодження) при зміні характеристик об'єкта керування, властивостей вхідного сигналу і діючих обурень. По суті в залежності від зовнішніх умов у цих системах з метою найкращого керування об'єктом змінюється спосіб функціонування системи або її структура.

Для досягнення необхідних показників якості процесу керування до основної системи підключені наступні додаткові пристрої, які створюють контур самоналагодження: *пристрій аналізу вхідного сигналу*, що оцінює властивості вхідного сигналу, наприклад, швидкість і прискорення зміни задаючого впливу, а також визначає спектральну щільність збурень. Такий аналіз необхідний для вибору критерію оптимальності системи; *пристрій аналізу об'єкта*, призначений для оцінки змін динамічних характеристик керованого об'єкта; *обчислювальний пристрій*, що визначає спосіб зміни характеристик основного керуючого пристрою (параметрів, структури або закону керування) на основі закладених в ньому критеріїв оптимальності системи; *виконавчий пристрій* контуру самоналагодження, виконує функцію настройки керуючого пристрою відповідно до сигналів, які надходять від обчислювального пристрою.

Роботу контуру самоналагодження можна представити як процес автоматичної настройки керуючого пристрою основної системи за сукупністю поточної інформації про змінні умови роботи для досягнення поставленої мети керування.

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ВИРОБНИЧА АВТОМАТИКА ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5**

Тема: Контрольно-вимірювальні прилади і виробнича автоматика

### **Питання, що розглядаються на практичному занятті:**

- 1. Різновиди систем автоматики**
- 2. Класифікація елементів систем автоматики**

#### **5.1 Різновиди систем автоматики**

Як зазначалось, системи автоматики призначені для отримання інформації про хід процесу, що управляється, її обробки і використання при формуванні впливів управління на процес. Нагадаємо, що в залежності від призначення розрізняють такі автоматичні системи.

Системи автоматичної сигналізації призначені для повідомлення обслуговуючого персоналу про стан того чи іншого технічного пристрою, про протікання того чи іншого процесу.

Системи автоматичного контролю здійснюють без участі людини контроль різних параметрів і величин, які характеризують роботу якого-небудь технічного агрегату або протікання якого-небудь процесу.

Системи автоматичного блокування і захисту служать для попередження виникнення аварійної ситуації в технічних агрегатах і пристроях.

Системи автоматичного пуску і зупинки забезпечують включення, зупинку (а іноді і реверс) різних двигунів і приводів за заданою програмою.

Системи автоматичного управління призначені для управління роботою тих чи інших технічних агрегатів або тими чи іншими процесами.

Важливими і найбільш складними є системи автоматичного управління. Управлінням в широкому розумінні називається організація будь-якого процесу, що забезпечує виконання поставленої мети. Загальні закони отримання, зберігання, передавання і переробки інформації в системах управління вивчає кібернетика. Таким чином, вивчення систем автоматики також є однією з задач кібернетики.

#### **5.2 Класифікація елементів систем автоматики**

Отже, будь-яка автоматична система управління складається з окремих елементів, які пов'язані між собою. Багатогранність автоматичних систем управління, що призначені для контролю та управління різними за своєю фізичною природою об'єктами, тягне за собою багатогранність елементів як у відношенні їх конструктивного виконання (фізичних процесів, що покладені в

основу побудови; роду енергії, яку використовують при роботі), так і в плані виконуваних ними функцій. Це призводить до необхідності здійснити класифікацію елементів, яка об'єднала б їх в окремі групи з однаковими класифікаційними ознаками, і що дозволить проводити дослідження не кожного окремого елемента, а цілого класу.

Зазвичай, за призначенням елементи розрізняють як: чутливі (вимірювальні), проміжні і виконавчі елементи. Строго кажучи, чутливим елементом є сприймальний елемент (термоопір, мембрана, п'єзокварцові пластини і ін.) первинного перетворювача (давача), що реагує на зміну величини, за функцією якої працює автоматична система. Але при класифікації за призначенням під чутливим елементом розуміється первинний перетворювач в цілому. Проміжні елементи служать для перетворення значення або фізичної природи сигналу, котрий надходить від чутливого елемента, і який, в свою чергу, забезпечує роботу виконавчого елемента, що здійснює вплив управління на об'єкт.

Класифікаційні ознаки можуть бути головні і другорядні. Тому при їх виборі потрібно розглянути роль окремого елемента в системі, його характерні особливості, потім встановити можливі загальні ознаки і згрупувати за ними класи елементів, та, виходячи з головної мети – розробки системи управління, виділити головні і додаткові ознаки і розташувати їх в порядку важливості.

В загальному випадку задача кожного елемента складається в якісному та кількісному перетворенні інформації, що отримана від попереднього елемента, і передачі її в формі, яка придатна для використання, наступному елементу. Таким чином, будь-який елемент автоматики можна розглядати в першу чергу як перетворювач енергії, на вхід якого надходить деяка величина  $X$ , а з виходу знімається величина  $Y$ . В одних елементах енергія вихідного сигналу черпається повністю з енергії вхідного сигналу. Відповідно, потужність вихідного сигналу завжди менша (на величину внутрішніх втрат) потужності вхідного сигналу. Такі елементи називаються пасивними. В інших елементах наявне додаткове джерело енергії. Тут вхідна величина тільки управляє передачею енергії додаткового джерела на вихід елемента. При наявності додаткового джерела енергії можливе перетворення вхідного сигналу малої потужності в вихідний сигнал великої потужності, тобто – підсилення потужності. Такі елементи називаються активними. Таким чином, за наявністю додаткового джерела енергії всі елементи систем автоматичного управління і контролю можна поділити на два класи: пасивні і активні.

Елементи поділяють на генераторні та параметричні. В генераторних елементах відбувається безпосереднє перетворення однієї форми енергії в іншу (наприклад термопара, п'єзоелемент), а в параметричних елементах – енергія вхідної величини витрачається на зміну величини одного з параметрів елемента

(R, L, C, і т.п., наприклад, термоопір, тензодавач).

Існуючі елементи використовують різний вид енергії додаткового джерела, різний принцип дії, окрім того, характер зміни вихідних сигналів елементів може бути різним. Виходячи з цього можна провести класифікацію за визначеними ознаками. Отже, за видом енергії додаткового джерела елементи можуть бути поділені на електричні, гідравлічні, пневматичні, механічні і комбіновані. Слід відзначити, що елементарні форми енергії ніколи не існують ізольовано, і, зазвичай, одна форма супроводжується появою іншої. Проте в кожному фізичному явищі можна виділити головні форми енергії. При цьому для елемента має значення форма енергії, яка діє на вході та виході.

За фізичним принципом дії елементи поділяють на: механічні, теплові, електричні, магнітні, електромагнітні, напівпровідникові, оптоелектронні, акустичні та ін. Один і той же принцип дії може бути закладений в основу елементів, які виконують різні функції, та навпаки, елементи, які виконують однакові функції, можуть мати різні принципи дії. Фізичний принцип дії елементів обумовлює їх конструктивні форми та основні методи розрахунку.

За величиною вихідної потужності ділять на елементи: низької потужності (до 10 Вт); середньої потужності (10, 100 Вт); великої потужності (300, 1000 Вт та більше).

За характером зміни вихідної величини можна виділити такі класи елементів: неперервний, пульсуючий, цифровий, релейний.

Важливою властивістю елемента є його здатність розрізняти зміни знаку або фази вхідного сигналу. За цією ознакою елементи поділяються на реверсні (двотактні), у яких знак (або фаза) вихідного сигналу змінюється при зміні знаку вхідного сигналу, і неревверсні (однотактні), у яких знак (або фаза) вихідного сигналу не залежить від полярності вхідного.

Однією з властивостей елементів СУА є спрямованість їх дії, тобто передача сигналу тільки в одному напрямку з входу на вихід.

Якщо вхідний сигнал не залежить від вихідного, то такий елемент називають розімкнутим. Вихідний сигнал може здійснювати вплив на вхідний при частковій передачі енергії сигналу в зворотному напрямку – з виходу на вхід, тобто при наявності зворотного зв'язку між вихідними та вхідними колами. Елементи зі зворотним зв'язком називають замкненими. Зворотний зв'язок може бути позитивним або негативним. Різні види зворотних зв'язків широко використовують для зміни властивостей різноманітних елементів у бажаному напрямку до необхідного рівня.

Наведена класифікація є дуже корисною з точки зору упорядкування елементів за різними ознаками, проте зачіпає вузькі питання, які пов'язані з вирішенням задачі вибору чи розробки визначеного елемента або задачі

побудови конкретної системи автоматичного управління. Загальні питання реалізації принципів побудови систем та їх дослідження не можуть бути вивчені повною мірою в межах цих видів класифікації.

Більш зручною для такої мети є класифікація елементів за їх функціональним призначенням та за видом рівнянь, які описують процеси в елементі, що виходить безпосередньо з самого процесу проектування системи, котрий поділяється на два етапи. На першому етапі на підставі відомої задачі і прийнятого принципу управління вибираються основні конструктивні елементи, що виконують ту чи іншу функціональну дію. Тут використовується класифікація елементів за функціональним призначенням і намічається загальна попередня функціональна схема системи управління. Другий етап являє собою дослідження динамічних властивостей системи, на підставі якого уточнюється обрана схема системи, тому в цьому випадку важливо оперувати не конструктивними елементами, а їх еквівалентними математичними моделями, тобто рівняннями, які описують процеси, що проходять в елементі. На цьому етапі зручно використати класифікацію елементів за видом рівнянь.

Зрештою, за видом рівнянь, що описують процеси, які протікають в елементах систем, виділяють такі елементи: лінійні, лінеаризовані, нелінійні.

Володіючи різними видами класифікації елементів, можна побудувати зведену класифікаційну схему (рис. 2). Слід зауважити, що подібна збільшена класифікація за багатьма розглянутими ознаками не є вичерпною і при вивченні окремих функціональних елементів буде уточнюватись.

Технічний прогрес поставив вимогу до розробки уніфікованої системи елементів автоматики. Уніфікація елементів полягає в розробці універсальних типів елементів, які придатні для використання в автоматичних системах управління об'єктами абсолютно різної фізичної природи. Уніфіковані елементи повинні легко сполучатись між собою, забезпечуючи оперативну і економічну побудову системи управління з використанням агрегатно-модульного підходу, який полягає в тому, що в його основі закладена не фізична природа впливу на вході системи або в середині каналу управління, а інформація, що передається цими впливами. Такий підхід дозволяє створювати системи або пристрої управління різних систем автоматичного управління та регулювання зі стандартних спеціалізованих елементів чи блоків.





Рисунок 2 – Зведена класифікація елементів систем управління автоматизацією

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6**

Тема: **Виробнича автоматика для попередження аварійних ситуацій**

### **Питання, що розглядаються на практичному занятті:**

- 1. Історія пожежної та виробничої автоматики для попередження аварійних ситуацій**
- 2. Завдання забезпечення пожежної безпеки та безпеки технологічних процесів із застосуванням виробничої автоматики**

### **6.1 Історія пожежної та іншої виробничої автоматики для попередження аварійних ситуацій**

Швидкі темпи розвитку економіки пов'язані з комплексною механізацією і автоматизацією виробничих процесів у всіх галузях народного господарства. А це вимагає збільшення випуску точних приладів, обладнання, засобів автоматизації, в тому числі засобів з використанням мікропроцесорної техніки. Тому на державному рівні велика увага приділяється розвитку і дослідженню засобів автоматизації. Прийнято цілий ряд галузевих програм.

В сучасній техніці автоматичні пристрої отримали дуже широке поширення, так як ефективне використання виробничих агрегатів, а також розробка нових високоефективних установок стає можливим лише при передачі функцій управління приладам і засобам автоматизації. Крім того, деякі процеси в промисловості супроводжуються небезпечними для людини дією хімічного, теплового, радіаційного характеру, а також можуть бути небезпечними при використанні у виробництві пожежно- і вибухонебезпечних речовин.

Ідея створення машин, які б працювали без участі людини, виникла давно. Винахід першого у світі промислового регулятора відноситься до 1765 р. і належить знаменитому руському механіку І.І. Ползунову.

Електромагнітний регулятор швидкості обертання паперової машини розроблено в 1854р. видатним руським механіком і електротехніком К. І. Константиновим. Основи наукового підходу до проектування автоматичних регуляторів були закладені знаменитим руським вченим і інженером І. О. Вишнеградським, робота якого «Об общей теории регуляторов», видана в 1876 р., стала початком теорії автоматичного регулювання і керування.

Однак чітке розуміння того, що робота любых автоматичних пристроїв, незалежно від їх фізичної природи, побудована на загальних принципах і може бути розглянута з єдиної позиції, прийшло пізніше, в 40-х рр. XX ст. Автоматика стала самостійною науковою дисципліною.

В нашій країні і за кордоном на промислових підприємствах широко

використовувались АППЗ для попередження пожежної небезпеки, виявлення і ліквідації пожеж, а також для захисту людей від дії небезпечних факторів. Пожежна автоматика дала змогу значно зменшити економічні збитки від виникаючих пожеж.

Інтенсифікація робіт по впровадженню пожежної автоматики обумовлена більш високими швидкостями розвитку пожеж на сучасних промислових і складських об'єктах, що пов'язано з корінними змінами технології виробництва, зберіганням матеріалів і методів будівництва, а також з збільшенням часу виявлення і повідомлення про пожежу із-за збільшення розмірів об'єктів. Пожежна автоматика в такій ситуації виступає в ролі першої пожежної допомоги. Тому з кінця 60-х років почалось широке впровадження різних видів і типів установок пожежної автоматики. За період з 1967 по 1984 р. впроваджено більш як 2 млн. АУП, АПС і ОПС. На сьогоднішній день почалось впровадження автоматичних установок димовиділення (АУД).

Технічні засоби АПС і ОПС призначенні для отримання інформації про стан контрольованих параметрів на охоронних об'єктах, прийому, перетворення, передачі, зберігання, обробки і відображення цієї інформації у вигляді звукової і оптичної сигналізації і видачі управляючих сигналів на виконавчі елементи установок пожежогасіння. Технічні засоби за функціональним призначенням по відношенню до потоку інформації діляться на групи:

- 1 - технічні засоби виявлення або сповіщувачі;
- 2- технічні засоби оповіщення.

Фірма «Сименс и Гальске» в 1851р. вперше використала телеграфний апарат Морзе в ролі електричної сигналізації про пожежу. Перші пристрої АПС з'явилися в Німеччині, Англії, Франції на початку XIX ст. Під стелею захищеного приміщення натягували шнури з горючих ниток, вантаж падав і вмикав пружинний привід дзвінка тривоги. В 1858 р. в Росії телеграфом передавали повідомлення про пожежу. В цьому ж році в Петербурзі був встановлений перший ручний сповіщувач, який був з'єднаний з пожежною командою. Пізніше такі сповіщувачі почали встановлювати на площах Петербурга, перехрестях, у дворах великих будинків і в 1896 р. їх число сягнуло 364. Всі вони були з'єднані з командами.

Після революції сповіщувачі почали використовувати у Москві, Ростові на Дону, Архангельську, Іркутську та інших містах.

Широкий розвиток АПС отримала після війни. В 50-х р. були розроблені основні типи автоматичних пожежних сповіщувачів, а також різні прийомні станції. З 60-х років і по наші дні почалось широке впровадження засобів автоматичної сигналізації на об'єктах народного господарства.

В бувшому Радянському Союзі широко використовувалися автоматичні

засоби для попередження пожежної небезпеки, своєчасного виявлення і ліквідації пожеж, а також для захисту людей і матеріальних цінностей від дії небезпечних факторів техногенного і природного характеру.

Активне впровадження засобів автоматичного протипожежного захисту на об'єктах різних галузей народного господарства, в тому числі на об'єктах агропромислового комплексу, дало змогу зберегти життя сотням людей і зберегти від ушкодження вогнем матеріальні цінності на суму більш як 500 млн. крб. щорічно. Тому держава виділяла великі кошти на розвиток і вдосконалення існуючих технічних засобів АППЗ. При цьому велика увага приділялася підвищенню надійності елементів і пристроїв АППЗ.

## **6.2 Завдання забезпечення пожежної безпеки та безпеки технологічних процесів із застосуванням виробничої автоматики**

Сучасне виробництво характеризується концентрацією виробничих і енергетичних потужностей, автоматизацією виробничих комплексів, в яких переробляється і зберігається пожежно- і вибухонебезпечні речовини, збільшенням кількості товарно-матеріальних цінностей на складах, використанням у будівництві полегшених конструкцій із металу і полімерних матеріалів, які мають низьку вогнестійкість. Все це вимагає принципово нового підходу до проблеми пожежної безпеки і широкого впровадження надійних і економічних автоматичних систем протипожежного захисту.

Протипожежний захист є невід'ємною складовою оснащення підприємств сучасними засобами техніки безпеки і охорони праці. Оскільки технічні засоби протипожежного захисту безперервно вдосконалюються, збільшується ефективність і розширюються їх функціональні можливості, то це вимагає від майбутніх спеціалістів більш детального глибокого вивчення властивостей і специфічних особливостей елементів і пристроїв та умов їх роботи.

Під рівнем автоматизації розуміють ступінь удосконалення технічних засобів, якими здійснюється автоматизація з переходом від автоматизації технологічних процесів з переважаючою більшістю стабілізуючих систем автоматичного управління до автоматизованих оптимальних систем керування виробництвом. Розв'язуючи задачі керування, автоматизація забезпечує також необхідні умови по зменшенню травматизму, ймовірності виникнення аварій, вибухів, пожеж.

Подальший розвиток і вдосконалення засобів автоматизації, розширення області її застосування на потенційно небезпечні технологічні процеси, які характеризуються використанням великої кількості пожежно- і вибухонебезпечних речовин, повинні забезпечувати комплексне розв'язання задач по оптимальному веденню технологічних процесів і пожежного захисту.

Ускладнення і інтенсифікація технологічних процесів з одночасними вимогами покращення умов їх безпеки праці вимагає подальшого підвищення рівня автоматичного захисту таких виробництв і профілактичної роботи пожежної охорони.

На сьогоднішній день можна виділити три характерні тенденції використання виробничої автоматики для вирішення основних задач пожежної охорони:

1. Попередження пожеж, вибухів і аварій на захисних об'єктах і повідомлення про початок аварійної (пожеже- і вибухонебезпечної) ситуації.
2. Приведення в дію автоматичних установок пожежогасіння.
3. Використання зафіксованої інформації з давачів, приладів про протікання технологічного процесу в доаварійних обставинах для вивчення причин, які спричинили аварії, вибухи і пожежі.

Особливо важливим є необхідність поєднання автоматизованих систем управління технологічними процесами з системами автоматичного пожежного захисту, оскільки це не лише обґрунтовується техніко-економічними показниками, але і сприяє загальноприйнятому принципу комплексної автоматизації.

Вивчення засобів автоматизації, правильне розуміння їх ролі у забезпеченні пожежного захисту не лише підвищує рівень підготовки працівників пожежної безпеки, але суттєво сприяє успішному виконанню вимог закону «Про пожежну безпеку» та «Про правові засади цивільного захисту» і вирішенню задач по попередженню пожеж і боротьби з ними.

### **6.3 Класифікація систем та пристроїв пожежної та виробничої автоматики**

В сучасній техніці використовується велика кількість різних автоматичних пристроїв і систем, які відрізняються одне від одного принципом дії, схемними і конструктивними рішеннями тощо. Всі ці пристрої і системи, як правило, призначені для вирішення лише певних задач автоматизації, до яких відносяться: сигналізація, контроль, регулювання, блокування і захист, пуск і зупинка, керування.

Пристрої і системи сигналізації призначені для автоматичного повідомлення обслуговуючого персоналу про наближення тих чи інших подій в керованому об'єкті шляхом подачі звукових або світлових сигналів.

Пристрої контролю служать для одержання інформації про стан об'єкта і умови його роботи.

Пристрої регулювання призначені для підтримання постійного значення параметрів процесу, а також зміни їх за наперед заданими або невідомими законами.

Пристрої автоматичного блокування і захисту служать для попередження

можливості виникнення аварійних ситуацій в технологічних агрегатах і апаратах.

Пристрої пуску і зупинки забезпечують вмикання, зупинку (інколи реверс) різних двигунів і приводів за наперед заданою програмою.

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА АВАРІЙНИМИ СИТУАЦІЯМИ**

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 7**

Тема: Системи пожежного спостереження

Питання, що розглядаються на практичному занятті:

- 1. Принципи побудови і загальні вимоги до систем пожежвибухобезпеки**
- 2. Загальні вимоги побудови пристроїв захисту**
- 3. Статичні і динамічні характеристики пристроїв захисту**

#### **7.1 Принципи побудови і загальні вимоги до систем пожежевибухобезпеки**

Технічні пристрої для автоматичного аварійного захисту представляють собою сукупність елементів, за допомогою яких здійснюється контроль параметрів процесу, що протікає в захищеному об'єкті, вироблення сигналів в критичних ситуаціях і використання їх з метою попередження аварій, вибухів і пожеж шляхом зупинки обладнання, переключення режимів роботи, проведення аварійного травлення або зливу горючої речовини, виклику обслуговуючого персоналу і видачі йому необхідної інформації про причини і обставини виникнення відхилень від нормальної роботи.

В залежності від умов використання пристрої захисту повинні забезпечувати:

- можливість виявлення любых небезпечних ситуацій в об'єкті захисту за контрольованими в сукупності параметрами;
- зупинку протікання контрольованого процесу в небезпечному напрямку для будь-якої можливої аварійної ситуації в об'єкті захисту;
- високу швидкодію, що дає змогу на своєчасне виконання проти аварійних ситуацій;
- високу чутливість до контрольованого параметру;
- стабільність характеристик у часі, тобто зведення до мінімуму впливу таких явищ, як старіння, втомленість окремих елементів тощо;
- мінімальний вплив зовнішніх факторів (температури, вологості, атмосферного тиску, ударів, операцій, електромагнітних завад тощо);
- мінімальний зворотний вплив на об'єкт захисту (при нормальних

значеннях контрольованого параметра);

- безвідмовність в умовах тривалої неперервної роботи (пристрої захисту повинні володіти більш високою надійністю, ніж об'єкт захисту);
- високу перевантажувальну здатність;
- взаємозамінність, що дає змогу у випадку виходу з ладу елементів проводити заміну без суттєвого переналагодження системи захисту;
- можливість використання стандартних і уніфікованих елементів;
- вибухозахисність;
- зручність і простоту проведення монтажу, налагодження і обслуговування;
- мінімальне використання енергії в режимі чергування.

## 7.2 Загальні вимоги побудови пристроїв захисту

Незважаючи на велику різноманітність пристроїв захисту, що використовуються в різних областях техніки, вони будуються за загальними законами. Пристрої захисту складаються з наступних основних елементів:

- індикаторів аварійних ситуацій;
- підсилювально-перетворювальних елементів;
- виконавчих елементів.

На рисунку 3 наведена структурна схема пристрою захисту. В індикаторі аварійних ситуацій біжуче значення контрольованого параметру, контрольоване давачем ДКП, порівнюється із заданим, яке задається задавачем З і визначає допустимі граничні відхилення.

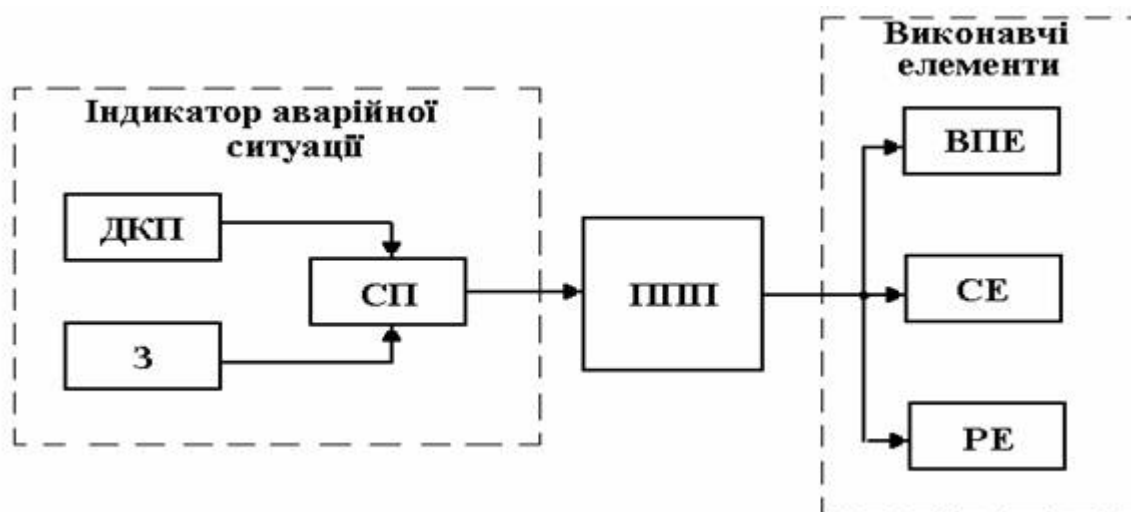


Рисунок 3 – Структурна схема пристрою автоматичного захисту:

ДКП – давач контрольованого параметру;

З – задавач;

СП – схема порівняння;

ППП – підсилювально-перетворювальний пристрій;  
ВПЕ – відключаючо-переклюкаючі елементи;  
СЕ – сигналізуючі елементи;  
РЕ – реєструючі елементи.

В схемі СП відбувається виявлення ознак аварійної ситуації і формується сигнал про настання цієї події. При цьому ознакою аварійної ситуації може бути не лише вихід параметра за певні межі, але і збереження величини сигналу на виході давача на протязі заданого інтервалу часу, закономірність чергування різних сигналів, екстремальне (максимальне або мінімальне) значення одного сигналу деякої сукупності тощо.

Сигнал, який одержаний на виході СП, як правило не може безпосередньо впливати на виконавчі елементи. У таких випадках сигнал попередньо подається на ППП, в якому в залежності від необхідності може відбуватися підсилення або перетворення його, стабілізація окремих параметрів, ввід поправок, розв'язування математичних і логічних задач, запам'ятовування виявлених ознак подій, розподіл сигналу від одного індикатора аварійних ситуацій до декілька виконавчих елементів або від декілька індикаторів до одного виконавчого механізму тощо. Сигнали індикатора аварійних ситуацій після обробки приводять в дію виконавчі механізми, які в загальному випадку виконують наступні функції:

- відвертають можливість аварії, вибуху або пожежі шляхом вимикання джерела енергії, зупинки обладнання, перемикання режиму його роботи;
- роблять оповіщення обслуговуючого персоналу про досягнення контрольованими параметрами граничних значень (максимальне або мінімальне), які відбуваються у ході виробничого процесу, виникнені небезпечних режимів роботи або стану об'єктів захисту, причинах і характері аварійних ситуацій;
- реєструють передаварійні і аварійні режими для наступного виявлення обставин, які призвели до порушення нормального ходу процесу.

В результаті спрацювання відключаючих, переклюкаючих виконавчих механізмів контрольований параметр приймає нормальне значення. Після цього виконавчі органи відключаються. Щоб не було багаторазового спрацювання захисту близького до заданого граничного значення параметра, виконавчі механізми після спрацювання, як правило блокуються, наприклад, шляхом самоблокування реле, що включає виконавчі механізми, за допомогою механічних пристроїв, за допомогою зворотного зв'язку.

Після усунення причини виникнення небезпечних режимів блокування знімають – в ручну або автоматично.



### 7.3 Статичні і динамічні характеристики пристроїв захисту

До основних статичних і динамічних характеристик пристроїв захисту відносяться: чутливість, інерційність, точність спрацювання, стабільність характеристик, перевантажувальна здатність.

Статична характеристика встановлює зв'язок між вхідною  $x$  вихідною  $y$  величинами в усталеному режимі і задається аналітичним виразом  $y = f(x)$  або графічно (рис. 4).

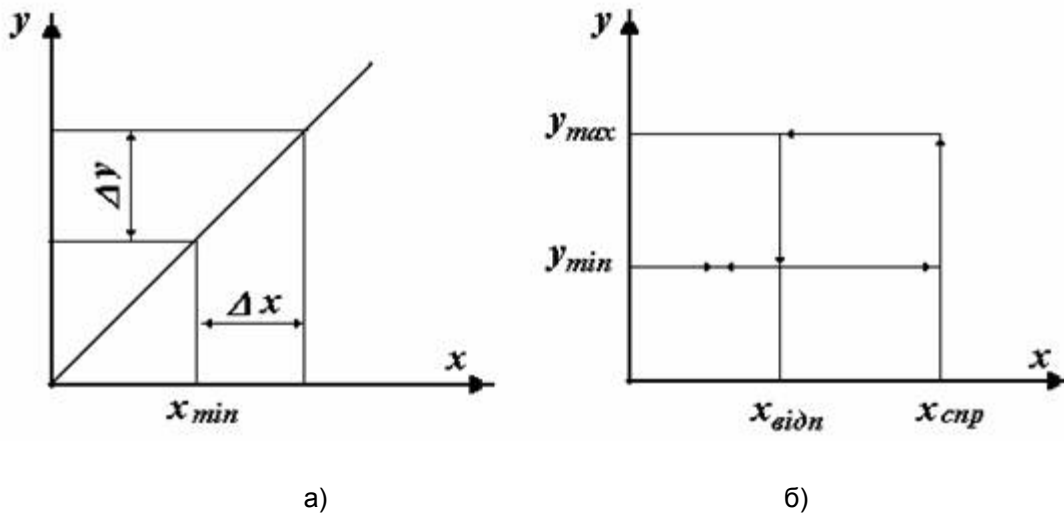


Рисунок 4 – Статична характеристика пристрою захисту:  
а) аналогова; б) релейна

Вхідною величиною є контрольований параметр захищеної системи, а вихідною – сигнал на вході виконавчого елемента або значення параметру, на який виконавчий механізм реагує. Величина  $x_{\min}$  називається порогом чутливості, вона пов'язана з наявністю зони нечутливості.

Точність спрацювання пристроїв захисту визначається різницею між істинним і заданим значеннями параметрів спрацювання і залежить від похибок, обумовлених конструкцією пристрою, якістю виготовлення і умовами експлуатації. Похибки, визвані конструктивними недоліками і неякісністю виготовлення, відносяться до основних похибок і можуть бути враховані при градуировці задатчика. Похибки, пов'язані з умовами експлуатації, обумовлені тим, що функція кожного із перетворень  $y = f(x)$  залежить не тільки від контрольованої величини  $x$ , але і від ряду додаткових факторів, які впливають на фізичні властивості і параметри кожного із елементів пристрою захисту. До таких факторів відносяться: непостійність напруги живлення, зміна температури і вологості навколишнього середовища, нестабільність параметрів деяких складових елементів, не стаціонарність зовнішніх електромагнітних полів.

Чутливість кожного із елементів пристрою до додаткових факторів є причиною додаткових похибок і нестабільності роботи захисту. Крім того є ще додаткові випадкові похибки, які не можна врахувати при градировці. Всі ці похибки служать для оцінки статичної точності.

Динамічна похибка характеризує неусталені режими роботи і виникає внаслідок інерційності рухомих елементів, наявністю реактивних елементів в електричних колах тощо.

При цьому величина динамічних похибок визначається не лише параметрами пристрою, але і характером зміни контрольованого параметру в часі. Для зменшення динамічних похибок в пристроях захисту використовують малоінерційні елементи, вводять коректуючі зворотні зв'язки тощо.

Стабільність характеристик пристроїв захисту при зміні умов роботи визначаються часовими, температурними і іншими інтервалами, в яких ці характеристики не виходять за допустимі границі.

Перевантажувальна здатність визначається максимальним значенням контрольованої вхідної величини і часу її дії, при якому пристрої не виходять з ладу. Інколи перевантажувальну здатність характеризують відношенням максимального значення вхідної величини до мінімального в робочому діапазоні.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 8**

Тема: Структурні схеми і види перетворень

**Питання, що розглядаються на практичному занятті:**

- 1. Види перетворень**
- 2. Узагальнена структурна схема вимірювальної інформаційної системи**

### **8.1 Види перетворень**

Структурні елементи кола перетворення можуть бути з'єднані послідовно, паралельно, зустрічно-паралельно і змішано. Способом з'єднання при відповідному функціональному призначенні структурних елементів визначається метод вимірювального перетворення. Розрізняють методи прямого, зрівноважувального і комбінованого перетворень.

Пряме перетворення характерне тим, що передача вимірювальної інформації відбувається тільки в одному напрямі – від входу до виходу без зворотного зв'язку між ними:

Зрівноважувальне перетворення полягає в тому, що вхідна величина

зрівноважується іншою однойменною величиною. Існує два види зрівноважувального перетворення: слідкуюче (від’ємний зворотний зв’язок між виходом і входом) і розгортальне (автономне). Слідкуюче може бути з статичною або з астатичною характеристикою перетворення.

У випадку слідкуючого перетворення вхідна величина  $X$  зрівноважується вихідною величиною  $X_K = K_2 Y$  кола зворотного перетворення, де  $K_2$  – коефіцієнт перетворення, а  $Y$  – вихідна величина всього кола перетворення.

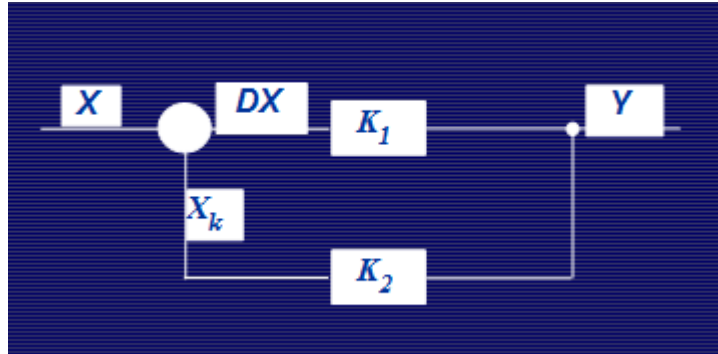


Рисунок 5 – Слідкуюче перетворення

При статичному слідкуючому зрівноважуванні, в принципі, значення  $DX \neq 0$ , хоча й мале, бо інакше було б  $Y = 0$ , а при астатичному – завдяки наявності інтегруючого елемента в колі прямого перетворення може бути  $DX = 0$ . Функції інтегруючого елемента виконує реверсивний двигун.

У випадку розгортального зрівноважування  $X_K$  генерується автономним джерелом компенсуючої величини ДВК, яка змінюється автоматично до моменту компенсації, тобто коли  $DX = X - X_K$  стає настільки малим, що реагує пристрій порівняння ПП, який видає сигнал на вихідний пристрій ВП про рівність  $X = X_K$ , а ДВК – інформацію про значення  $X_K$ .

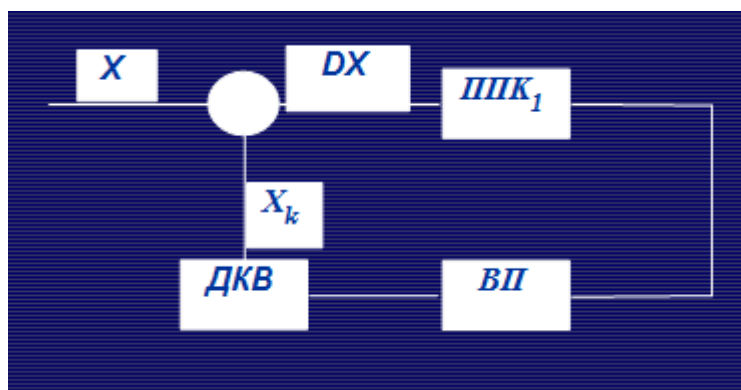


Рисунок 6 – Розгортальне перетворення

Комбіноване перетворення є тоді, коли від’ємним зворотним зв’язком охоплена тільки частина кола прямого перетворення.

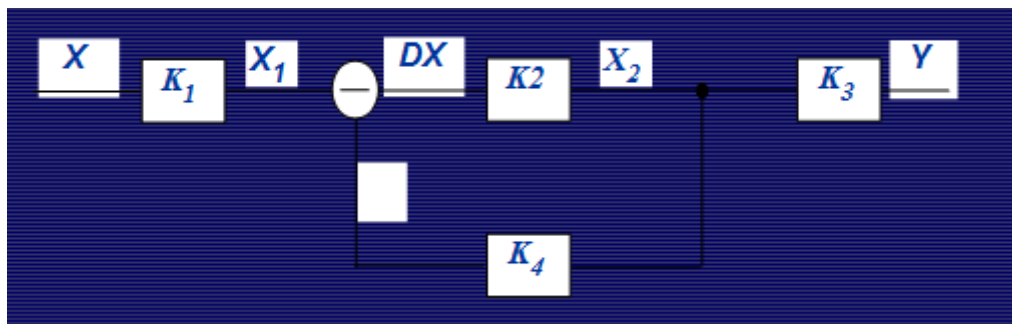


Рисунок 7 – Комбіноване перетворення

## 8.2 Узагальнена структурна схема вимірювальної інформаційної системи

Вимірювальні системи можна вважати різновидом вимірювальних інформаційних систем (ВІС), до яких належать також системи автоматичного контролю, системи технічної діагностики і системи розпізнавання образів. Вимірювально-інформаційні системи також входять до складу автоматизованих систем управління. Отже, ВІС це сукупність засобів вимірювальної техніки, засобів контролю, діагностики та інших технічних засобів для створення сигналів вимірювальної та інших видів інформації. Незалежно від виду інформації, що формується будь-якою ВІС, основним елементом її є засіб вимірювальної техніки.

В поняття ВІС входять системи: вимірювальна, автоматичного контролю, технічної діагностики і розпізнавання образів. В поєднанні з комп'ютером ВІС становить вимірювально-обчислювальний комплекс. Всі ВІС за структурою можна узагальнити і зобразити, як на рисунку 8.

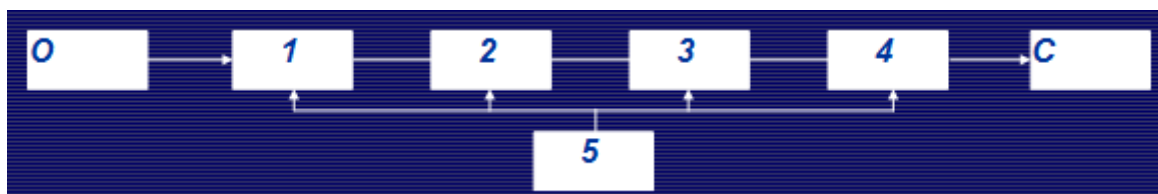


Рисунок 8 – Блок-схема ВІС:

- О – об'єкт дослідження;
- С – споживач вимірювальної інформації;
- 1 – вимірювальна частина ВІС, до складу якої входять первинні перетворювачі, комутатори, перетворювачі неелектричних величин на електричні, міри і компаратори, аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) тощо;
- 2 – пристрій математичної обробки вимірювальної інформації за певним алгоритмом;
- 3 – пристрій передачі і зберігання вимірювальної інформації;
- 4 – пристрій відображення інформації (індикація, друк, перфорація, графіки тощо);
- 5 – пристрій автоматичного керування роботою ВІС.

Вимірювальна частина ІВС може бути різної структури, а саме:

- паралельної дії – системи з паралельними вимірювальними каналами;
- паралельно-послідовної дії – системи з одним вимірювальним каналом і комутатором для перемикання первинних перетворювачів;
- послідовної дії – системи з одним вимірювальним каналом і з одним первинним перетворювачем, який сканує досліджуване поле вимірюваної величини в  $n$  заданих точках;
- мультиплікуючі розгортальні системи, у яких вимірювальні канали паралельні з окремими компараторами, але зі спільної мірою.

Особливості технологій різних виробництв, різноманітність розв'язуваних задач і умов експлуатації вимагає великої кількості здавачів, вимірювальних приладів, регуляторів, індикаторів, виконавчих механізмів і інших засобів автоматики для побудови ефективних автоматизованих систем контролю, регулювання і управління. Для цього створена державна система промислових приладів і засобів автоматизації, що базується на уніфікації, сумісності тощо.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 9**

**Тема: Системи радіаційного та хімічного спостереження**

**Питання, що розглядаються на практичному занятті:**

- 1. Необхідність контролю радіоактивних та хімічних речовин**
- 2. Технічні засоби індикації отруйних речовин і отрут**

### **9.1 Необхідність контролю радіоактивних та хімічних речовин**

Згідно Закону України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» (4004-12) передбачено:

- ст. 7: «Підприємства, установи, організації всіх форм власності, зобов'язані: за пропозицією посадових осіб державної санітарно-епідеміологічної служби розробляти і здійснювати санітарні та протиепідемічні заходи; у випадках передбачених санітарними нормами, забезпечувати лабораторний контроль за виконанням цих вимог щодо безпеки використання (зберігання транспортування тощо) шкідливих для здоров'я речовин та матеріалів, утворюваних внаслідок їх діяльності скидів, відходів та факторів, а також готової продукції; виконувати розпорядження і вказівки посадових осіб державної санітарно-епідеміологічної служби при здійсненні ними державного санітарно-епідеміологічного нагляду...».

- ст. 22: «...У процесі експлуатації виробничих, побутових та інших

приміщень, споруд, обладнання, устаткування, транспортних засобів, використання технологій їх власник зобов'язаний створити безпечні і здорові умови праці та відпочинку, що відповідають вимогам санітарних норм, здійснювати заходи, спрямовані на запобігання захворюванням, отруєнням, травмам, забрудненню навколишнього природного середовища».

Для хімічних речовин гостронаправленої дії повинен бути передбачений **автоматичний безперервний контроль** швидкодіючими та малоінерційними газоаналізаторами з сигналізацією про перевищення граничнодопустимої концентрації, згідно ГОСТу 12.1.005-88, п. 4.4.; 4.2.5; 5.7.

## 9.2 Технічні засоби індикації отруйних речовин і отрут

Для проведення індикації ОР і отрут використовують такі технічні засоби.

Індикаторні плівки АП-1. Призначені для визначення наявності в повітрі аерозолів речовин типу V-газів під час випадання їх на поверхні. АП-І – це поліетиленова плівка з нанесеним на один її бік індикаторним шаром. При потраплянні на індикаторну поверхню аерозолів V-газів з'являються плями синьо-зеленого кольору..

Військовий прилад хімічної розвідки (ВПХР). Призначений для виявлення отруйних речовин у повітрі, на місцевості і на поверхні різних предметів. За його допомогою ОР визначають в повітрі, на місцевості, бойовій техніці та інших предметах (зарин, зоман, іприт; у повітрі – пари V-газів, фосгену, дифосгену, синильної кислоти, хлорціану і Бі-Зет).

Прилад хімічної розвідки медичної і ветеринарної служб (ПХР-МВ) призначений для виявлення: у воді — зарину, зоману, V-газів, сірчистого та азотистого іпритів, хлорціану, синильної кислоти та її солей, миш'якомісних ОР, алкалоїдів та солей важких металів; у фуражі — зарину, зоману, V-газів, сірчистого та азотистого іприту, люїзиту, синильної кислоти, хлорціану, фосгену і дифосгену; в повітрі та на різних предметах — зарину, зоману, V-газів, іприту, сірчистого та азотистого люїзиту, синильної кислоти, хлорціану, миш'яковистого водню, фосгену та дифосгену.

Можна також провести відбір проб води, продуктів, ґрунту та інших матеріалів для їх обстеження хімічній лабораторії. Оснащення приладу дає можливість виконувати основні завдання медичної експертизи води і продовольства. Без поновлення можна провести 80-90 аналізів, з них 30-40 у пробах води та 40-50 у сипучих продуктах або в повітрі чи на предметах.

Медичний прилад хімічної розвідки (МПХР) взятий на оснащення для заміни приладу ПХР-МВ. Можливості з визначення ОР такі, як у ПХР-МВ. Крім того, є змога визначити в повітрі, воді та на предметах ОР типу ВЗ. Для цього в комплект входить індикаторна трубка з одним коричневим кільцем.

Запас реактивів у складі МПХР розрахований на проведення 100-200 аналізів. Поповнення реактивами, посудом та іншими предметами проводиться з групового комплекту (ГК МПХР).

В методиці проведення досліджень за допомогою МПХР і ПХР-МВ є деякі відмінності.

МПХЛ призначені для виявлення ОР в пробах води, продуктах харчування, фуражі, медикаментах, перев'язувальному матеріалі та предметах медичного і санітарно-технічного оснащення; для визначення антихолінестеразних отрут, алкалоїдів, солей важких металів, ФОР, іпритів, миш'яковмісних ОР у воді; для встановлення обсягу дегазації води, продовольства, фуражу, медикаментів, перев'язувального матеріалу і предметів санітарно-технічного і медичного оснащення, обсягу зараження води, продовольства і фуражу невідомими отруйними речовинами шляхом проведення біологічних досліджень.

Крім того, за допомогою МПХЛ можна визначити ОР у повітрі, а також виконати лабораторні дослідження на активність холінестерази в крові у осіб, котрі мають підозру на ураження ФОР, і проводити лабораторну експертизу секційного матеріалу осіб, які загинули від отруєння ФОР. Запас реактивів та інших матеріалів забезпечує проведення не менше 120 аналізів різних проб, продуктивність протягом робочого дня (10 год) складається з 25-30 аналізів проб на знайому ОР.

Автолабораторія АЛ-4М (радіометрична і хімічна) призначена, головним чином, для проведення якісного і кількісного досліджень проб харчових продуктів, фуражу, води на забруднення радіоактивними речовинами і визначення ОР в пробах повітря, води, харчових продуктах, ґрунту, а також в пробах, взятих з різних об'єктів зовнішнього середовища.

Можливості її більші, ніж інших приладів, бо в неї закладені реактиви і прилади, які дозволяють використовувати усі методи індикації ОР, а також і методи елементарного аналізу.

Автоматичний газосигналізатор ГСП-11 призначений для безперервного контролю за повітрям з метою визначення наявності в ньому фосфороорганічних ОР. При виявленні ФОР прилад подає світловий та звуковий сигнали. За принципом дії ГСП-11 є фотоколориметричним приладом. Фотоколориметруванню підлягає індикаторна смужка після змочування її розчином та просочування через неї повітря. При наявності в повітрі ФОР червоний колір на смужці зберігається до моменту контролю і включається сигнал безпеки.

Чутливість: I-діапазон –  $5 \cdot 10^{-5}$  г/м<sup>3</sup>, II-діапазон –  $2 \cdot 10^{-6}$  г/м<sup>3</sup>.

Прилад радіаційної та хімічної розвідки (ПРХР) призначений для безперервного контролю, виявлення, сигналізації та керування виконавчими

механізмами системи колективного захисту: при значному гамма-випромінюванні (захист від ударної хвилі); при гамма-випромінюванні радіоактивнозараженої місцевості з вимірюванням потужності дози; при появі в повітрі пари ОР.

Включає чотири функціональні схеми. Схема "О" призначена для виявлення ОР у повітрі поза об'єктом та видачі постійної світлової і уривчастої звукової сигналізації і команд на виконавчі механізми засобів захисту екіпажу об'єкта. Робота схеми ґрунтується на реєструванні змін струму іонізаційної камери з внутрішнім джерелом іонізації при потраплянні пари ОР в об'єм детектора.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 10**

**Тема: Загальна система приладів і засобів автоматизації для попередження аварійних ситуацій**

### **Питання, що розглядаються на практичному занятті:**

- 1. Переваги створення загальної системи приладів і засобів автоматизації для попередження аварійних ситуацій**
- 2. Уніфікація в конструюванні приладів і засобів автоматизації для попередження аварійних ситуацій**
- 3. Класифікація приладів і засобів автоматизації для попередження аварійних ситуацій**

### **10.1 Переваги створення загальної системи приладів і засобів автоматизації для попередження аварійних ситуацій**

Розвиток вітчизняного приладобудування шляхом створення загальної системи приладів і засобів автоматизації дає наступні техніко-економічні переваги.

1. Впровадження прогресивних принципів, що сприяє підвищенню надійності, точності і швидкодії засобів автоматизації.
2. Здешевлення виробництва:
  - 1- використання блочно-модульних принципів побудови;
  - 2- збільшення об'єму виробництва (при використанні уніфікованих блоків і модулів);
  - 3- спеціалізація окремих підприємств на випуску певних видів продукції тощо.
3. Зменшення витрат на ремонт внаслідок можливості не цілого приладу, а окремих уніфікованих модулів і блоків.
4. Будь-який з нових приладів може працювати з раніше виготовленим приладом.



## **10.2 Уніфікація в конструюванні приладів і засобів автоматизації для попередження аварійних ситуацій**

Основні вимоги до промислових приладів і засобів автоматизації, що забезпечують їх сумісність в автоматизованих системах керування, закріплені в галузевих і промислових стандартах.

Стосовно інформаційних зв'язків термін уніфікація” означає введення обмежень, які накладаються на сигнали, що несуть відомості про контрольовану величину.

Конструктивна сумісність виробів передбачає перш за все уніфікацію приєднувальних розмірів окремих вузлів, деталей, модулів.

## **10.3 Класифікація приладів і засобів автоматизації для попередження аварійних ситуацій**

Пристрої промислових приладів і засобів автоматизації за видом енергії, яка використовується для прийому і передачі інформації і команд керування, діляться на електричні, пневматичні і гідравлічні.

Автоматизовані системи керування, які комплектуються з електричних приладів, мають наступні переваги. Електроніка надає системі високу чутливість, точність, швидкодію, дальність зв'язку, забезпечує високу схемну і конструктивну уніфікацію приладів.

Пневматичні прилади характеризуються безпечністю використання в легкозагоряємих і вибухонебезпечних середовищах, високою надійністю в важких умовах роботи, особливо при використанні в агресивній атмосфері.

Гідравлічні прилади дають змогу отримати точні переміщення (результати) виконавчих механізмів при великих зусиллях.

В автоматизованих системах може бути комбіноване використання пристроїв різного типу.

У зв'язку з різноманітністю виробництв і технологічних процесів важливе місце відводиться розділенню приладів і пристроїв за групами умов експлуатації.

За захищеністю від дії навколишнього середовища розділяють на такі:

- звичайні;
- захищені від пороходу;
- вибухозахисні;
- герметичні;
- водозахисні;
- захисні від дії температури і вологості.

В залежності від впливу механічних факторів, є прилади звичайні і вібростійкі.

За функціональною ознакою вироби розділяють на наступні групи:

- пристрої для отримання інформації про стан процесу;
- пристрої для прийому, перетворення і передачі інформації по каналах зв'язку;
- пристрої для перетворення, зберігання і обробки інформації і формування команд керування;
- пристрої для використання командної інформації з метою впливу на процес і зв'язок з оператором.

Пристрої отримання нормованої інформації про стан процесу (давачі).

Пристрої цієї групи повинні реагувати на зміну значення контрольованого параметру і видавати на виході уніфікований сигнал. В цю групу входять первинні вимірювальні перетворювачі, нормуючі перетворювачі і відповідно давачі.

Первинний вимірювальний перетворювач переводить контрольований параметр у вихідну фізичну величину. У залежності від виду сигналу, що видається первинним перетворювачем, конструктивно нормуючий перетворювач може бути самостійним пристроєм або об'єднаний з первинним в один прилад.

Потреби промисловості привели до необхідності розробки базових конструкцій взаємозамінних давачів для вимірювання різних параметрів. Інформація від здавачів поступає по каналах зв'язку на пристрій обробки, де відбувається логічна або математична обробка, потім направляється на пристрій регулювання. Регулятори здійснюють регулювання різних параметрів за певними законами. Перероблена інформація передається оператору. До засобів представлення інформації відносяться показуючі, пишучі, сигналізуючі прилади, сигнальні лампи, табло тощо.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 11**

### **Тема: Установки пожежної сигналізації**

#### **Питання, що розглядаються на практичному занятті:**

##### **11.1 Пожежні сповіщувачі установок**

##### **11.2 Обладнання, апаратура та приміщення для їх розміщення**

##### **11.3 Локальні мережі і лінії електроживлення**

##### **11.1 Пожежні сповіщувачі установок**

Тип і кількість автоматичних пожежних сповіщувачів, що встановлюються в захищуваних приміщеннях, визначається необхідністю виявлення займання по всій площі приміщення, пожеженебезпечних зон, що контролюється.

За необхідності, в установках пожежної сигналізації належить передбачати контактні або безконтактні (потенційні або безпотенційні) елементи на виходах пристроїв пожежної сигналізації для видачі команд в схеми керування автоматичної установки пожежогасіння, вентиляції, кондиціонування, систем димовидалення і оповіщення, технологічного і електротехнічного обладнання об'єкта.

Установки пожежної сигналізації повинні формувати імпульс на керування автоматичними установками пожежогасіння, димовидалення і оповіщення про пожежу при спрацьовуванні не менше двох автоматичних пожежних сповіщувачів, які встановлюються в одному приміщенні, що контролюється.

Керування технологічним, електротехнічним та іншим обладнанням, яке блокується з установкою пожежної сигналізації, допускається здійснювати при спрацьовуванні одного пожежного сповіщувача.

Якщо установка пожежної сигналізації призначена для керування автоматичними установками пожежогасіння, димовидалення і оповіщення про пожежу, кожную точку поверхні, що підлягає захисту, необхідно контролювати не менше ніж двома автоматичними пожежними сповіщувачами.

В одному приміщенні належить встановлювати не менше двох неадресованих або один адресований пожежний сповіщувач.

Вибір типу і виконання автоматичних пожежних сповіщувачів слід проводити також з урахуванням умов експлуатації.

Точкові пожежні сповіщувачі належить, як правило, встановлювати під покриттям (перекриттям).

За неможливості встановлення сповіщувачів під покриттям (перекриттям) допускається їх встановлення на стінах, балках, колонах, а також підвішування на тросах. В цих випадках сповіщувачі повинні розміщуватися на відстані не більше 0,3 м від рівня покриття (перекриття), включаючи розміри сповіщувача. При підвішуванні сповіщувачів на тросах повинно бути забезпечено їх стійке вертикальне положення, частота та амплітуда можливих вібрацій не повинні перевищувати значень, які указані в технічній документації на сповіщувачі.

Сповіщувачі належить розміщувати на відстані не менше 0,6 м від отворів вентиляції. У випадку подавання повітря через перфоровану стелю отвори в радіусі 0,6 м від сповіщувача повинні бути заглушені.

В місцях, де є небезпека механічного ушкодження сповіщувачів, повинен бути забезпечений їх захист, що не порушує працездатності сповіщувачів.

Неадресовані пожежні сповіщувачі належить включати в приймальну апаратуру по мережі пожежної сигналізації радіального (променевого) типу, при цьому адреса займання визначається номером шлейфа, за яким одержаний сигнал «Пожежа».

Адресовані пожежні сповіщувачі включаються в приймальну апаратуру по мережі пожежної сигналізації радіального або кільцевого типу, адреса займання визначається місцем установки сповіщувача, який видав сигнал "Пожежа", за його адресним номером.

Одним шлейфом пожежної сигналізації з неадресованими пожежними сповіщувачами належить (з урахуванням технології виробництва) обладнувати:

а) приміщення в межах декількох поверхів при загальній площі будівлі 300 м<sup>2</sup> і менше;

б) не більше п'яти суміжних або ізольованих приміщень загальною площею не більше 1600 м<sup>2</sup>, розташованих на одному поверсі виробничої будівлі, які мають вихід в спільний коридор (приміщення);

в) не більше десяти, а за наявності виносної світлової індикації біля входу в захищене приміщення, не більше двадцяти суміжних або ізольованих приміщень загальною площею не більше 1600 м<sup>2</sup>, розташованих на одному поверсі громадських, адміністративних та побутових будівель, що мають вихід в спільне приміщення (коридор, хол, вестибюль).

Кількість приміщень, обладнаних одним шлейфом радіального або кільцевого типу з адресованими сповіщувачами, повинна обмежуватися тільки технічними можливостями приймально-контрольних приладів і не залежить від розташування приміщень на поверхах, їх площі й призначення будівель.

Максимальна кількість неадресованих автоматичних пожежних сповіщувачів, що включаються в один шлейф, визначається вимогами технічної документації на приймально-контрольні прилади, залежить від зручності їх обслуговування при експлуатації і, як правило, не перевищує 50.

## **11.2 Обладнання, апаратура та приміщення для їх розміщення**

Приймально-контрольні прилади повинні забезпечувати розподіл сигналів «Пожежа» та «Несправність».

Допускається застосування приймально-контрольних приладів без розподілу сигналів про пожежу і несправність при включенні в них не більше десяти шлейфів пожежної сигналізації і за умови, що установка пожежної сигналізації не використовується для керування автоматичною установкою пожежогасіння, димовидалення, оповіщення про пожежу, технологічним, електротехнічним та іншим обладнанням об'єкта, за виключенням загальнообмінної вентиляції.

Резерв ємкості приймально-контрольних приладів (шлейфів пожежної сигналізації для неадресованих або адресованих пристроїв) повинен бути не менше ніж 10 %.

Приймально-контрольні прилади, як правило, належить встановлювати в приміщенні з цілодобовим перебуванням чергового персоналу.

В обґрунтованих випадках допускається встановлення приймально-контрольних приладів в приміщеннях без постійного чергування персоналу за умови передачі загальних сигналів (світлових і звукових) про пожежу і несправність по лініям, що контролюються, в приміщення чергового персоналу.

В цих приміщеннях слід передбачити заходи, що запобігають доступу сторонніх осіб до приймально-контрольних приладів, та обладнати їх пожежною сигналізацією.

Приймально-контрольні прилади і апаратура керування не встановлюється у вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зонах (за ПУЕ). Допускається встановлення одношлейфних приймально-контрольних приладів в приміщеннях категорії В, у шафах, що виготовлені з негорючих матеріалів (СТ СЕВ 382-76). При цьому для захисту об'єкта не допускається встановлення більше трьох одношлейфних приладів.

Приміщення чергового персоналу розміщується на першому або цокольному поверхах будівель. Допускається розміщення цього приміщення вище першого поверху, при цьому вихід з приміщення повинен бути назовні, на сходову клітку, у вестибюль або коридор, що мають вихід назовні.

В приміщенні чергового персоналу повинно бути:

- 1) температура повітря в межах 18-25 °С;
- 2) відносна вологість не більше 80 %;
- 3) природне, штучне робоче і аварійне освітлення. При робочому освітленні повинна забезпечуватися освітленість приміщення не менше 150 лк для люмінесцентних ламп і не менше 100 лк для ламп розжарювання; при аварійному – не менше 10 % від норм робочого освітлення;
- 4) автоматичне включення аварійного освітлення. За відсутності резервування по змінному струму живлення мережі аварійного освітлення повинно передбачатися від акумуляторних батарей;
- 5) телефонний зв'язок з пожежною охороною об'єкта або пожежною частиною населеного пункту.

В приміщенні без постійного чергового персоналу, в якому встановлені приймально-контрольні прилади, значення температури і вологості повітря повинні відповідати вимогам технічної документації на прилади та обладнання установок пожежної сигналізації.

Приймально-контрольні прилади і апаратуру керування встановлюють на будівельних конструкціях, виконаних з негорючих матеріалів (СТ СЕВ 382-76).

Допускається встановлення вказаного обладнання на конструкціях, виконаних із горючих матеріалів (СТ СЕВ 2437-80), за умови захисту цих конструкцій металевим листом завтовшки не менше 1 мм або іншим листовим негорючим матеріалом завтовшки не менше 10 мм. При цьому листовий

матеріал повинен виступати за контури встановленого на ньому обладнання не менше як на 100 мм.

Відстань від верхнього краю приймально-контрольних приладів до перекриття (покриття), виконаного із горючих матеріалів, повинна бути не менше 1 м.

Відстань між приймально-контрольними приладами, розміщеними в один горизонтальний або вертикальний ряд, повинна бути не менше 50 мм, а висота від рівня підлоги до оперативних органів керування - від 1,7 до 2,4 м.

Акумуляторні батареї (лужні і кислотні), випрямні блоки і зарядні пристрої не розміщують в приміщенні чергового персоналу. Допускається розміщення акумуляторних батарей в цих приміщеннях у вентильованих металевих шафах, з проведенням заряджання і підзаряджання батарей ємністю до 100 А • год для лужних і 72 А • год для кислотних – поза приміщенням чергового персоналу.

Встановлення акумуляторних батарей слід виконувати за СНІП 3.05.06-85.

### **11.3 Локальні мережі і лінії електроживлення**

В залежності від типів приймально-контрольних приладів і пожежних сповіщувачів мережі пожежної сигналізації виконуються радіального або кільцевого типу.

Вибір проводів і кабелів мережі пожежної сигналізації повинен виконуватися згідно з вимогами ПУЕ, «Инструкции по проектированию линейно-кабельных сооружений связи» ВСН 116-87 /Мінзв'язку СРСР/, вимогами цього розділу і технічної документації на прилади і устаткування установок пожежної сигналізації.

Шлейфи пожежної сигналізації напругою до 60 В належить виконувати проводами і кабелями зв'язку з мідними жилами.

Схема прокладки повинна виключати можливість виходу з-під автоматичного контролю будь-якої ділянки радіальної або кільцевої лінії при короткому замиканні проводів на контрольній коробці.

Контрольні коробки належить, як правило, встановлювати не менше як одну на кожні десять неадресованих пожежних точкових сповіщувачів та перед входом в приміщення, що захищаються.

Сполучні лінії пожежної сигналізації, як правило, виконують самостійними, вживаючи кабелі зв'язку.

Допускається використовувати для цих цілей комплексну розподільну мережу телефонного зв'язку об'єкта. В цьому випадку використовують виділені вільні пари від кросу до розподільних коробок. Клеми захисних пристроїв кросу і розподільних коробок, що використовуються для установки пожежної сигналізації, як правило, розміщують групами в межах кожної розподільної коробки і маркують червоною фарбою з метою виключення їх

випадкового відключення при виконанні робіт з обслуговування телефонної мережі об'єкта.

Сполучні лінії повинні мати резервний запас щодо жильності кабелів і щодо клем телефонних коробок відповідно по 20 %.

Для забезпечення можливості виконання переключень ліній при з'єднанні їх із станційним обладнанням і захисту приймально-контрольних приладів від небезпечних напруг і струмів з боку лінійних мереж слід передбачати встановлення кросу (боксів, захисних смуг і та ін.).

В установках ємністю до 20 шлейфів допускається підключення сполучних ліній або шлейфа безпосередньо до приймально-контрольного приладу.

Кільцеві лінії шлейфа виконуються самостійними проводами і кабелями зв'язку, при цьому початок і кінець кільцевої лінії включаються на відповідні клеми приймального приладу.

Діаметр мідних жил шлейфів і сполучних ліній повинен забезпечувати по перерізу параметри, що вказані в технічній документації на приймально-контрольні прилади і пожежні сповіщувачі.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 12**

Тема: Монтаж і випробування установок пожежної сигналізації

Питання, що розглядаються на практичному занятті:

### **12.1 Монтаж сповіщувачів**

### **12.2 Монтаж приймально-контрольних приладів і оповіщувачів**

### **12.3 Монтаж електричних проводок**

#### **12.1 Монтаж сповіщувачів**

Встановлення сповіщувачів пожежної сигналізації повинно проводитися в місцях, визначених проектом (актом обстеження) з урахуванням технічних характеристик сповіщувачів, а також архітектурних особливостей, взаємного розміщення елементів будівельних конструкцій, конфігурації захищуваних приміщень.

Перед монтажем повинен відбуватися вибірковий вхідний контроль пожежних сповіщувачів.

Сповіщувачі повинні встановлюватися в зоні найбільш можливого займання або в місцях можливого накопичування теплого повітря.

В залежності від призначення оптико електронні сповіщувачі повинні встановлюватися:

- а) поблизу уразливих місць або над ними;
- б) над місцями з підвищеною пожежонебезпечністю або під стелею.

При встановленні оптикоелектронних сповіщувачів повинні бути забезпечені умови, що виключають попадання на оптичну систему прямих сонячних променів або променів від інших світлових джерел. Простір поміж випромінювачем і приймачем повинен бути вільним від сторонніх предметів.

Розміщення блоків ультразвукових сповіщувачів належить виконувати в місцях, віддалених від вентиляційних пристроїв, батарей центрального опалення, нагрівальних приладів та інших джерел руху повітря, а також звукових перешкод, допустимий рівень яких вказаний в експлуатаційній документації.

Кріплення сповіщувачів пожежної сигналізації повинно відбуватися з допомогою скоб або кронштейнів, або безпосередньо на негорючій основі, за винятком будівель V ступені вогнестійкості.

Під час монтажу кнопочних пожежних сповіщувачів ручної дії їх кріплення повинне проводитися на висоті, зручній для обслуговування, – 1,5 м від рівня підлоги, в місцях достатньо освітлених і де забезпечений вільний доступ до сповіщувача.

## **12.2 Монтаж приймально-контрольних приладів і оповіщувачів**

Встановлення приладів в місцях, доступних для сторонніх осіб (торговельні зали магазинів і та ін.), повинне проводитися у металевих шафах, що замикаються, і конструкція яких не впливає на працездатність приладу, з кріпленням їх на висоті, зручній для обслуговування.

Якщо за вимогами пожежної безпеки забороняється встановлювати приймально-контрольні прилади безпосередньо в приміщенні, що обладнане засобами сигналізації, то апаратура встановлюється зовні приміщення в металевих шафах або ящиках, що замикаються, заблокованих на відкривання і встановлених на висоті, зручній для обслуговування.

Встановлення багатошлейфних приймально-контрольних приладів і сигнально-пускових пристроїв повинне проводитися в спеціально виділених приміщеннях на столі, стіні або конструкції на висоті не менше 1,5 м від рівня підлоги.

Світлові оповіщувачі повинні встановлюватися в місцях, зручних для візуального контролю. Звукові оповіщувачі повинні встановлюватися на зовнішніх фасадах на висоті не менше 2,5 м від рівня землі.

За наявності на об'єкті декількох приймально-контрольних приладів світловий оповіщувач підключається до кожного приладу, а звуковий оповіщувач допускається робити загальним.

Не допускається встановлення більше трьох однотипних одношлейфних приладів для захисту одного об'єкта.

Не допускається встановлення приладів:

- в спалимих шафах;



- на відстані менше 1 м від опалювальних систем;
- в приміщеннях запилених та особливо вологих, а також таких, що містять пари кислот і агресивні гази.

### **12.3 Монтаж електричних проводок**

Монтаж електричних проводок установок пожежної сигналізації (шлейфи, сполучні лінії електроживлення) повинен проводитися у відповідності з проектно-кошторисною документацією, а також у відповідності з вимогами нормативної документації: ПУЕ, СНІП 3.05.06-85, СНІП 3.05.07-85, НД з будівництва лінійних споруд міських телефонних мереж та цих норм.

Монтаж повітряних ліній допускається при встановленні абонентських захисних пристроїв (АЗП) як на об'єкті, обладнаним сигналізацією, так і в місці встановлення приймально-контрольного приладу, і повинен проводитися у відповідності з вимогами «Инструкции по монтажу сооружений устройства связи, радиовещания и телевидения» ВСН 600-81 (Мінзв'язку СРСР).

При відкритому прокладанні електропроводок безпосередньо по поверхні стін та стельових перекриттях кріплення їх повинно проводитися таким чином:

а) проводів і кабелів - за допомогою скоб, закріпів або приклеюванням;

б) проводів з роздільною основою - за допомогою скоб, закріпів, приклеюванням або цвяхами. При кріпленні електропроводок за допомогою металевих скоб або закріпів між ними і незахищеним проводом або кабелем слід прокладати прокладку із ізоляційного матеріалу.

При кріпленні електропроводок цвяхами діаметр головки цвяха повинен бути менше відстані між жилами проводів.

При прокладанні проводів з роздільною основою по горючим поверхням між ними і проводом повинен бути прокладений листовий азбест завтовшки не менше 3 мм.

З'єднання і відгалуження проводів і кабелів повинне проводитися в з'єднувальних або розподільних коробках способом паяння або за допомогою гвинтів.

Прокладання незахищених проводів і кабелів через приміщення, що не підлягають захисту, повинне проводитися прихованим способом або в металевих тонкостінних трубах.

При прокладанні прихованим способом проводи і кабелі сигналізації повинні бути прокладені в окремій штрабі.

Прокладання проводів і кабелів по стінах всередині захищуваних приміщень повинне проводитися на відстані не менше 0,1 м від стелі і, як правило, на висоті не менше 2,2 м від підлоги.

При прокладанні проводів і кабелів на висоті менше 2,2 м від підлоги повинен бути передбачений їх захист від механічних пошкоджень.

# **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. ЗАСОБИ АВТОМАТИКИ ДЛЯ ЛОКАЛІЗУВАННЯ ТА ЛІКВІДУВАННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ ТА ЇХ НАСЛІДКІВ**

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 13**

Тема: Установки водяного та пінного пожежогасіння

Питання, що розглядаються на практичному занятті:

### **13.1 Спринклерні установки**

### **13.2 Дренчерні установки**

### **13.3 Трубопроводи установок**

### **13.4 Водопостачання установок**

Установки водяного, пінного, а також водяного пожежогасіння зі змочувачем підрозділяються на спринклерні та дренчерні.

Параметри установок водяного пожежогасіння зі змочувачем належить визначати аналогічно параметрам установок водяного пожежогасіння.

При обладнанні будинків і споруд водяними і пінними установками пожежогасіння, при техніко-економічному обґрунтуванні допускається передбачати установки пожежогасіння в приміщеннях, де за нормами вимагається тільки автоматична пожежна сигналізація. Для цих приміщень витрати вогнегасної речовини не повинні бути визначальними, а інтенсивність зрошення приймається нормативною.

Для кожної секції установки пожежогасіння слід передбачати окремий вузол керування.

За наявності в приміщенні технологічних площадок, виконаних із суцільного матеріалу, обладнання або вентиляційних коробів (нахилених або горизонтальних) з мінімальним розміром по ширині або діаметру більше ніж 0,75 м, розташованих на висоті від підлоги не менше 0,70 м, належить під ними додатково встановлювати спринклерні або дренчерні зрошувачі, спонукальну систему установки пожежогасіння.

### **13.1 Спринклерні установки**

Спринклерні установки пожежогасіння в залежності від температури повітря в приміщеннях належить проектувати:

- водозаповненими – для приміщень з мінімальною температурою повітря 5 °С та вище;

- повітряними – для неопалюваних приміщень будинків, розташованих в районах з тривалістю періоду з середньодобовою температурою повітря, яка дорівнює або нижче 8 °С більше як 240 діб на рік;
- водоповітряними – для неопалюваних приміщень будинків, розташованих в районах з тривалістю періоду з середньодобовою температурою повітря, яка дорівнює або нижче 8 °С 240 і менше діб на рік.

В складських приміщеннях із стаціонарними стелажми, з висотою складування продукції від 5,5 до 25 м належить передбачати встановлення спринклерних зрошувачів в зоні високостележного зберігання продукції під перекриттям (покриттям), під екранами у внутрішньостележному просторі, а також під перекриттям (покриттям) в зонах прийняття, упакування та відправлення продукції.

Спринклерні установки належить проектувати для приміщень заввишки не більше 20 м. Ця вимога не поширюється на проектування установок для внутрішньостележного простору приміщень, передбачених в 1.2.6, а також для захисту конструкцій будинків, споруд і вентиляційних камер.

В межах одного приміщення належить встановлювати спринклерні зрошувачі з випускним отвором однакового діаметра.

Для однієї секції спринклерної установки слід приймати не більше 800 спринклерних зрошувачів різних виконань, а для внутрішньостележного простору – не більше 500 зрошувачів. При цьому загальна ємкість трубопроводів кожної секції повітряних та водоповітряних установок повинна бути не більше 3 м<sup>3</sup>.

Спринклерні зрошувачі установок належить встановлювати в приміщенні або в обладнанні з максимальною температурою навколишнього повітря, °С:

- до 50 – з температурою руйнування теплового замка 72 °С;
- від 51 до 70 те саме 93 °С;
- від 71 до 100 -"- 141 °С;
- від 101 до 140 -"- 182 °С;
- від 141 до 200 -"- 240 °С.

Спринклерні зрошувачі водозаповнених установок належить встановлювати розетками вгору або вниз, в повітряних і водоповітряних установках – розетками вгору.

Спринклерні зрошувачі установок водяного пожежогасіння необхідно встановлювати перпендикулярно площині перекриття (покриття), спринклерні зрошувачі установок пінного пожежогасіння – дифуззором вниз або вгору під кутом, що не перевищує 15° до вертикалі.

Спринклерні настінні зрошувачі використовуються у водозаповнених, повітряних і водоповітряних установках. Відбивач зрошувача належить розміщувати паралельно площині підлоги.

Для неопалюваних складів з висотним стелажним зберіганням у внутрішньостелажному просторі належить використовувати настінні зрошувачі.

В будинках з балковими перекриттями (покриттями), які мають нульову межу поширення вогню, з виступними частинами (ребрами) заввишки більше 0,32 м, а в інших випадках – більше 0,2 м, спринклерні зрошувачі належить встановлювати між балками, ребрами плит та іншими елементами перекриття (покриття), що виступають, у кожному такому відсіку з урахуванням забезпечення рівномірності зрошення підлоги.

В будинках з односхилими і двосхилими покриттями, що мають нахил більше ніж  $1/3$ , відстань по горизонталі від спринклерних зрошувачів до стін і від спринклерних зрошувачів до гребеня покриття повинна бути не більше 1,5 м – при покриттях з нульовою межею поширення вогню та не більше 0,8 м – в інших випадках.

Відстань від розетки спринклерного зрошувача установки водяного пожежогасіння до площини перекриття (покриття) повинна бути від 0,08 до 0,4 м.

Відстань від нижньої площини дифузора пінного спринклерного зрошувача до площини перекриття (покриття) повинна бути не більше 0,5 м.

Відстань від відбивача спринклерного настінного зрошувача до площини перекриття (покриття) повинна бути від 0,07 до 0,15 м.

У внутрішньостелажному просторі спринклерні зрошувачі слід встановлювати під екраном, відстань від розетки спринклерного зрошувача до екрана повинна бути від 0,10 до 0,25 м. Відстань від розетки зрошувача до верху вантажів, які зберігаються, повинна бути не менше 0,05 м.

Для подавання води або води зі змочувачем належить використовувати зрошувачі спринклерні з ввігнутою розеткою (установлення розеткою вгору), з плоскою розеткою (установлення розеткою вниз) та настінні зрошувачі.

У внутрішньостелажному просторі спринклерні зрошувачі з ввігнутою розеткою встановлюються розеткою вниз.

Для подавання розчину піноутворювача і отримання піни належить використовувати зрошувачі пінні спринклерні.

Відстань між спринклерними зрошувачами установок водяного пожежогасіння, що встановлені під рівним (без виступів) перекриттям (покриттям), повинна бути не менше 1,5 м.

Відстань між спринклерними зрошувачами і стінами (перегородками) не повинна перевищувати половини відстані між спринклерними зрошувачами, вказаної в додатку Б.

Відстань між спринклерними зрошувачами і стінами (перегородками) з ненормованою межею поширення вогню не повинна перевищувати 1,2 м.

В місцях, де існує небезпека механічного пошкодження, спринклерні зрошувачі повинні бути захищені.

### **13.2 Дренчерні установки**

Автоматичне включення дренчерних установок належить здійснювати від спонукальної системи з легкоплавкими замками або спринклерними зрошувачами, від автоматичних пожежних сповіщувачів, а також від технологічних датчиків.

Дренчерні зрошувачі належить встановлювати з урахуванням їх технічних характеристик і карт зрошення для забезпечення рівномірності зрошення захищуваної площі.

Для декількох дренчерних завіс допускається передбачати один вузол керування.

Відстань між зрошувачами в дренчерній завісі належить визначати з розрахунку витрат вогнегасної речовини не менше  $1,0 \text{ л} \cdot \text{с}^{-1}$  на 1 м ширини прорізу.

В дренчерних установках водяного і водяного зі змочувачем пожежогасіння належить застосовувати водяні дренчерні зрошувачі, які встановлюються розетками вгору або вниз.

В дренчерних установках пінного пожежогасіння належить використовувати зрошувачі пінні дренчерні і генератори піни середньої кратності, що утворюють повітряно-механічну піну.

Розрахунковий рівень заповнення приміщення піною при об'ємному пінному пожежогасінні повинен перевищувати не менше як на 1 м найвищу точку обладнання, яке захищається.

При визначенні загального об'єму захищуваного приміщення об'єм обладнання, що знаходиться в цьому приміщенні, не слід віднімати від об'єму захищуваного приміщення.

Відстань від легкоплавкого замка спонукальної системи до площини перекриття (покриття) повинна бути в межах від 0,08 до 0,4 м.

Спонукальний трубопровід дренчерних установок, заповнений вогнегасною речовиною, належить встановлювати на висоті не більше  $1/4$  постійного напору (в метрах) у трубопроводі під вузлом керування відносно запірних клапанів.

### **13.3 Трубопроводи установок**

Трубопроводи установок пожежогасіння проектують із сталевих труб. З'єднання труб виконують, як правило, зварюванням. В приміщеннях, що відносяться за пожежною небезпекою до категорії А і Б, допускається з'єднання труб нарізкою.

Відстань від трубопроводу до будівельних конструкцій повинна бути не менше 0,02 м.

Підвідні трубопроводи (зовнішні і внутрішні) необхідно проектувати кільцевими. Підвідні трубопроводи, як правило, проектують тупиковими для трьох і менше вузлів керування, при цьому довжина зовнішнього тупикового трубопроводу не повинна перевищувати 200 м.

Підвідні кільцеві трубопроводи повинні розділятися засувками на ремонтні ділянки. На кожній ремонтній ділянці повинно бути не більше 3-х вузлів керування.

Зовнішні підвідні трубопроводи установок водяного пожежогасіння проектують, як правило, спільними з трубопроводами протипожежного, виробничого або господарчо-питного водопроводу.

Не допускається приєднання до живильних та розподільних трубопроводів установок пожежогасіння технологічного або санітарно-технічного обладнання.

В приміщеннях категорії В за пожежною безпекою на живильних трубопроводах водо- заповнених спринклерних установок діаметром 65 мм і більше допускається встановлення внутрішніх пожежних кранів з ручними водяними та пінними пожежними стволами. При цьому встановлення кнопок дистанційного пуску насосів біля пожежних кранів не потрібно.

Секція спринклерної установки з 12 і більше пожежними кранами повинна мати два вводи. Другий ввід з засувкою допускається здійснювати від суміжної секції. При цьому над вузлами керування необхідно передбачати засувки з ручним приводом, а підвідний трубопровід повинен бути закільцьованим і між цими вузлами керування встановлена розподільна засувка.

Для захисту дверних та технологічних прорізів допускається приєднувати дренчерні завіси до живильних та розподільних трубопроводів спринклерних установок. Дренчерні завіси з спонукальними системами і місцевим пуском допускається приєднувати тільки до живильних трубопроводів спринклерних установок.

На одній вітці розподільного трубопроводу установок, як правило, встановлюють не більше шести зрошувачів з діаметром вихідного отвору до 12 мм включно і не більше чотирьох зрошувачів з діаметром вихідного отвору більше 12 мм.

Діаметр трубопроводу гідравлічної спонукальної системи дренчерної установки повинен бути 25 мм, а пневматичної - 15 мм.

Вузли керування установок пожежогасіння, як правило, розміщують в приміщеннях насосних станцій. Допускається розміщення вузлів керування в приміщеннях, що захищені установками пожежогасіння, за винятком приміщень категорій А і Б або поза ними.

Вузли керування, як правило, розміщують на перших, цокольних і підвальних поверхах згідно з вимогами СНІП 2.04.01-85.

До вузлів керування установок пожежогасіння повинен бути забезпечений вільний доступ обслуговуючого персоналу.

Вузли керування, що розміщені в захищуваних приміщеннях, а також поза захищуваними приміщеннями, в приміщеннях з пожежної небезпеки, що відносяться до категорії В, відокремлюються від них протипожежними перегородками І типу і протипожежними перекриттями 3 типу, а ті, що розміщені в приміщеннях категорій Г або Д, - скляними або сітчастими перегородками, які не заважають візуальному контролю за приладами вузла керування.

Температура повітря в приміщеннях вузлів керування повинна бути не нижче 5 °С, з природним або штучним робочим освітленням, що забезпечує на робочих поверхнях освітленість не менше 75 лк і аварійним освітленням – не менше 15 лк.

На вводах або на обвідних трубопроводах пожежних насосів підвищувальних насосних станцій належить передбачати пристрої регулювання тиску при зміні тиску в водопровідній мережі. Тиск в напірних трубопроводах насосних станцій не повинен перевищувати значення 1,0 МПа.

Для забезпечення працездатності установок водяного і пінного пожежогасіння необхідно виконати гідравлічний розрахунок діаметрів трубопроводів за методикою додатка Б.

Трубопроводи установок пожежогасіння, що подають вогнегасну речовину на осередок пожежі, не повинні мати гнучких стикових з'єднань.

Живильні і розподільні трубопроводи повітряних і водоповітряних спринклерних установок слід прокладати з уклоном в бік вузла керування або спускних пристроїв, що дорівнює: 0,01 – для труб з зовнішнім діаметром менше 57 мм; 0,005 – для труб з зовнішнім діаметром 57 мм і більше.

### **13.4 Водопостачання установок**

Як джерело водопостачання установок водяного пожежогасіння, як правило, використовують водопроводи різного призначення.

Для установок пінного пожежогасіння, як правило, використовують водопроводи не питного призначення, в яких якість води відповідає технічним вимогам на застосуванні піноутворювачі.

Запас води для установок пожежогасіння допускається зберігати в резервуарах водопроводів різного призначення, обладнаних пристроями, що не допускають витрати вказаного запасу води на інші потреби.

Об'єм води до 1000 м<sup>3</sup> повинен зберігатися в одному резервуарі.

При визначенні об'єму резервуара для установки водяного пожежогасіння належить передбачати можливість гарантованого поповнення його водою з мережі водопроводу автоматично, на весь час пожежогасіння.

Тип запірної арматури (засувки) на трубопроводі, що наповнює резервуар вогнегасною речовиною, повинен забезпечувати візуальний контроль (за положенням штока) її стану (відкрито – закрито). Вказану арматуру належить встановлювати в приміщенні насосної станції.

Контрольно-вимірвальне обладнання з мірною рейкою для візуального контролю рівня вогнегасної речовини в резервуарах (ємкостях) належить розміщувати в приміщенні насосної станції.

При автоматичному наповненні резервуара вказане обладнання не передбачається.

Для установок пінного пожежогасіння належить передбачати, крім основного об'єму, 100% резервний об'єм піноутворювача.

Резервний об'єм піноутворювача зберігається на складі або в резервуарах установки. Для зберігання основного і резервного об'ємів піноутворювача (розчину піноутворювача), як правило, передбачають два самостійних резервуари. При використанні одного резервуара його ємкість не повинна бути більше 1000 м<sup>3</sup>.

При визначенні необхідної для пожежогасіння кількості води, піноутворювача, розчину піноутворювача належить враховувати внутрішній об'єм трубопроводів установки пожежогасіння.

Максимальний строк відновлення основного об'єму вогнегасної речовини в резервуарах (ємкостях) установок автоматичного пожежогасіння належить приймати згідно з СНІП 2.04.02-84.

Для забезпечення розрахункового тиску в трубопроводах спринклерних установок і підвідних трубопроводах дренчерних установок, необхідного для спрацювання вузлів керування, належить передбачати імпульсний пристрій (автоматичний водоживильник) – металеву ємкість, що заповнена водою або розчином піноутворювача (не менше 0,5 м<sup>3</sup>) і стиснутим повітрям.

В спринклерних установках з приєднаними пожежними кранами для будівель заввишки більше 30 м кількість води або розчину піноутворювача в імпульсному пристрої повинна бути не менше 1 м<sup>3</sup>.

Як імпульсний пристрій можуть бути використані водопроводи різного призначення з тиском, що дорівнює або більше розрахункового.

В установках пожежогасіння з резервним пожежним насосом, що має місцевий або дистанційний пуск, або привод від двигуна внутрішнього згоряння, який вмикається автоматично, належить передбачати автоматичний водоживильник, що забезпечує роботу установки з розрахунковою витратою вогнегасної речовини протягом 10 хвилин.

Імпульсний пристрій або автоматичний водоживильник в будівлях заввишки більше 30 м, як правило, розташовують на верхніх технічних поверхах будинку.



Автоматичний водоживильник (імпульсний пристрій) повинен автоматично вимикатися при включенні пожежного насоса.

В насосній станції кількість пожежних насосів і насосів-дозаторів повинна бути не менше двох кожного типу (в тому числі один резервний).

Рівень осі насоса належить, як правило, розташовувати так, щоб забезпечити повне заливання корпусу насоса вогнегасною речовиною. Корпус насоса належить розташовувати під заливанням не менш ніж на 0,5 м від розрахункового рівня вогнегасної речовини у резервуарі установки пожежогасіння.

У резервуарі установки пінного пожежогасіння належить прокладати по внутрішньому периметру перфорований трубопровід на 0,1 м нижче розрахункового рівня води, призначений для подавання та перемішування піноутворювача.

Насосні станції автоматичних установок пожежогасіння по забезпеченню подавання до них води належить відносити до I категорії за СНІП 2.04.02-84.

Насосні станції належить розміщувати в окремому приміщенні будинків на перших, цокольних і підвальних поверхах з урахуванням вимог СНІП 2.04.01-85. Вони повинні мати окремий вихід назовні або на сходову клітку, що має вихід назовні. Насосні станції допускається розміщувати в окремих будинках або прибудовах.

Приміщення насосної станції належить відокремлювати від інших приміщень проти пожежними перегородками I типу та перекриттями 3 типу.

Температура повітря у приміщенні насосної станції повинна бути не нижче 5 °С, відносну вологість повітря слід приймати відповідно до категорії робіт І-Б за ГОСТ 12.1.005-88.

Станція повинна бути обладнана телефонним зв'язком з приміщенням пожежного поста або іншим приміщенням з персоналом, що веде цілодобове чергування.

Біля входу в станцію повинно бути світлове табло з написом «Станція пожежогасіння».

Обладнання у приміщенні насосної станції слід розміщувати за СНІП 2.04.02-84.

Насосні станції автоматичних установок пожежогасіння повинні мати патрубки зі з'єднувальними головками діаметром 80 мм, зворотними клапанами і засувками для приєднання рукавів пожежних машин.

Кількість патрубків повинна бути не менше двох і приймається за умови забезпечення подавання в підвідний трубопровід розрахункової кількості.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 14**

Тема: Установки газового пожежогасіння

**Питання, що розглядаються на практичному занятті:**

**14.1. Класифікація установок газового пожежогасіння**

**14.2 Установки об'ємного пожежогасіння**

**14.3 Установки локального пожежогасіння**

**14.4 Трубопроводи установок та вентиляційні системи приміщень**

**14.5 Станції пожежогасіння**

### **14.1 Класифікація установок газового пожежогасіння**

Установки газового пожежогасіння за методом гасіння підрозділяються на установки:

- об'ємного пожежогасіння;
- локального пожежогасіння по об'єму;
- локального пожежогасіння по площі.

За типом обладнання, що застосовується, розрізняють:

- установки з централізованим зберіганням вогнегасної речовини;
- установки з децентралізованим зберіганням вогнегасної речовини.

Пуск установки газового пожежогасіння здійснюється електричним, пневматичним, пневмоелектричним, механічним (тросовим) або електромеханічним способом.

В ємкостях установки газового пожежогасіння з централізованим зберіганням основного об'єму вогнегасної речовини повинен передбачатися 100 % резервний об'єм вогнегасної речовини.

В установках газового пожежогасіння з децентралізованим зберіганням вогнегасної речовини належить, як правило, використовувати ємкості однакової місткості.

Резервний об'єм вогнегасної речовини для цих установок належить зберігати на складі в заряджених ємкостях, що готові до використання. Резервну кількість заряджених ємкостей належить передбачати на кожний типорозмір.

Належить передбачати таку кількість резервних балонів для заміни:

- спрацьованих балонів кожного типорозміру – з розрахунку кількості балонів установки для захисту приміщення найбільшого об'єму;
- несправних балонів – один резервний балон на кожні вісім балонів даного типорозміру.

Кількість вогнегасної речовини на проведення випробувань установки газового пожежогасіння приймається із умов захисту приміщення найменшого об'єму об'єкта.

#### **14.2 Установки об'ємного пожежогасіння**

В установках газового пожежогасіння застосовуються такі вогнегасні речовини:

- двоокис вуглецю ( $\text{CO}_2$ ) (із зберіганням при низькому тиску в ізотермічних ємкостях і при високому тиску – в балонах батарей);
- хладон 114B2 (тетрафтордібромметан  $\text{C}_2\text{F}_4\text{Br}_2$ );
- хладон 13B1 (бромтрифторметан  $\text{CF}_3\text{Br}$ );
- азот;
- аргон.

Гідравлічний розрахунок установок пожежогасіння при застосуванні як вогнегасної речовини азоту і аргону належить виконувати за спеціальними нормативними документами (рекомендаціями або інструкціями, узгодженими та затвердженими в установленому порядку).

Вогнегасна речовина подається в приміщення за допомогою розпилювачів. Кількість розпилювачів на одній вітці, як правило, не перевищує шести.

Розпилювачі належить розміщати з урахуванням забезпечення ними рівномірного розподілу вогнегасної речовини в захищуваному просторі, при цьому відстань між розпилювачами не повинна перевищувати 4 м, а відстань від розпилювача до стін повинна бути не більше 2 м.

При визначенні розрахункового об'єму приміщення об'єм обладнання, що розміщується в ньому, не слід віднімати від загального об'єму приміщення.

Установки об'ємного пожежогасіння допускається застосовувати для захисту приміщень, що мають площу постійно відкритих прорізів не більш як 10 % від сумарної площі огорожувальних будівельних конструкцій.

Автоматичні установки об'ємного пожежогасіння для захисту приміщень, в яких можливе перебування людей, повинні мати пристрої відключення автоматичного пуску згідно з вимогами ГОСТ 12.4.009-83\*.

#### **14.3 Установки локального пожежогасіння**

Установки локального пожежогасіння по об'єму застосовуються для гасіння загоряння окремо розташованих станків, агрегатів або іншого обладнання, а також у тих випадках, коли застосування установок об'ємного пожежогасіння технічно неможливе або економічно недоцільне.

Розрахунковий об'єм локального пожежогасіння визначається як добуток площі основи обладнання на його висоту. При цьому габарити обладнання (довжина, ширина, висота) повинні бути умовно збільшені на 1 м.

При локальному пожежогасіння по об'єму належить застосовувати як вогнегасну речовину двоокис вуглецю, хладон 114B2.

Нормативна масова вогнегасна концентрація при локальному гасінні по об'єму складає:

- для двоокису вуглецю –  $6,00 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ;
- для хладону 114B2 –  $3,50 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ .

Час випуску вогнегасної речовини не повинен перевищувати 30 с.

Установки локального пожежогасіння по площі, в яких використовують шланг з розтрубом, належить застосовувати для гасіння окремих осередків займання в приміщеннях 1 групи, що мають об'єм, де створювана концентрація газу не буде шкідлива для здоров'я людей.

Як вогнегасна речовина в установках локального пожежогасіння по площі застосовується двоокис вуглецю.

Установки локального пожежогасіння по площі належить розміщати таким чином, щоб до кожного можливого осередку займання вогнегасна речовина могла подаватися по шлангах від двох самостійних установок.

#### **14.4 Трубопроводи установок та вентиляційні системи приміщень**

Живильні і розподільні трубопроводи установок газового пожежогасіння належить виконувати із сталевих труб за ГОСТ 8732-91 та ГОСТ 8734-91.

Спонукальні трубопроводи установок газового пожежогасіння належить виконувати із сталевих труб за ГОСТ 10704-91. Умовний прохід труб повинен дорівнювати 15 мм.

Трубопроводи та їх з'єднання повинні забезпечувати герметичність і витримувати розрахункові тиски.

У вентиляційних системах приміщень, обладнаних пожежною автоматикою, належить передбачати автоматичне відключення вентиляторів, включення заслінок або клапанів за командою установок автоматичного пожежогасіння. При цьому час повного закриття заслінок і клапанів не повинен перевищувати 30 с.

Витяжна вентиляція газовиділення в цих приміщеннях повинна забезпечувати видалення газу із нижньої зони після закінчення роботи установки. Допускається з цією метою передбачати пересувні вентиляційні установки.

#### **14.5 Станції пожежогасіння**

Станційне обладнання установок газового пожежогасіння з централізованим зберіганням вогнегасної речовини належить розміщувати в приміщенні станції пожежогасіння, відокремленому від інших приміщень протипожежними перегородками 1 типу і перекриттями 3 типу.

Приміщення станції пожежогасіння не можна розташовувати під і над приміщеннями з категоріями виробництв А, Б і В, за винятком приміщень категорії В, обладнаних автоматичними установками пожежогасіння.

Приміщення станції пожежогасіння за наявності у ньому ізотермічних ємкостей з двоокисом вуглецю, крім зазначених вимог, не можна розміщати під, над і поряд з приміщеннями, призначеними для масового перебування людей.

Допускається встановлювати ізотермічні ємкості з двоокисом вуглецю поза приміщенням станції пожежогасіння з улаштуванням над ними навісу і сітчастої огорожі по периметру площі зберігання.

Приміщення станції пожежогасіння належить розміщувати в підвалах або на першому поверсі будинку. Допускається розміщення приміщення станції вище першого поверху. При цьому підйомно-транспортне обладнання будинків, споруд повинно забезпечити можливість доставки та обслуговування обладнання станції.

Вихід з приміщення станції належить передбачати назовні, у вестибюль або коридор за умови, що відстань від виходу із станції до сходової клітки, яка має вихід безпосередньо назовні, не перевищує 25 м, а в коридор немає виходу з пожежо- та вибухонебезпечних приміщень, за винятком приміщень категорії В, обладнаних автоматичними установками пожежогасіння.

Приміщення станції пожежогасіння повинно мати висоту не менше 2,5 м для установок з балонами і не менше 3,5 м для установок з ізотермічними ємкостями. Приміщення повинно мати постійно діючу припливно-витяжну вентиляцію з двократним повітрообміном протягом 1 год, з видаленням повітря з нижньої зони.

Температура повітря в приміщенні станції повинна бути не нижче 15 °С і не вище 35 °С, відносна вологість – не більше 80 % при 25 °С, освітленість – не менше 100 лк при люмінесцентних лампах і не менше 75 лк при лампах розжарювання.

Належить передбачати аварійне освітлення.

Приміщення станції повинно бути обладнані телефонним зв'язком з приміщенням чергового персоналу.

Біля входу в приміщення станції пожежогасіння повинно бути встановлене світлове табло з написом «Станція пожежогасіння».

Проходи для обслуговування обладнання, що містить вогнегасну речовину, повинні мати ширину не менше 0,7 м, а відстань між обслуговуючою частиною і стіною – не менше 0,8 м. Ширина проходів, що ведуть до клапанів розподільних пристроїв, повинна бути не менше 0,8 м.

Допускається встановлення батарей з вогнегасною речовиною біля стіни.

Відстань між виступними частинами обладнання, що містять вогнегасну речовину, і шафами електрокерування з боку обслуговування повинна бути не менше 2 м.

Обладнання установок газового пожежогасіння з децентралізованим зберіганням вогнегасної речовини належить розміщувати в приміщенні, яке підлягає протипожежному захисту, або в безпосередній близькості від нього.

Обладнання належить встановлювати згідно з вимогами технічної документації. Кріплення обладнання належить виконувати до будівельних конструкцій, межа вогнестійкості яких відповідає перегородкам 1 типу і перекриттям 3 типу.

При розміщенні обладнання необхідно забезпечити зручність технічного обслуговування та передбачити заходи, що виключають несанкціонований доступ до нього.

Обладнання, що містить вогнегасну речовину, і балони із стисненим повітрям слід розміщувати не ближче 1 м від джерела тепла.

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 15**

### **Тема: Установки порошкового пожежогасіння**

#### **Питання, що розглядаються на практичному занятті:**

##### **15.1 Класифікація установок порошкового пожежогасіння**

##### **15.2 Установки об'ємного пожежогасіння**

##### **15.3 Установки локального пожежогасіння**

##### **15.4 Трубопроводи установок та вентиляційні системи приміщень**

##### **15.5 Станції пожежогасіння**

#### **15.1. Класифікація установок порошкового пожежогасіння**

Установки порошкового пожежогасіння підрозділяються:

а) за способом гасіння на:

- установки об'ємної пожежогасінні;
- установки локальної пожежогасінні за об'ємом;
- установки локальної пожежогасінні по площі;

б) за способом пуску на:

- автоматичні установки з дублюючим ручним пуском (місцевим і (чи) дистанційним);
- ручні установки з місцевим і (чи) дистанційним пуском;

в) по конструктивному виконанню на:

- установки з розподільною мережею з автономним або централізованим джерелом робочого газу;

- установки з лафетним стволом;

- установки з ручним стволом;

г) за способом побудови на:

- агрегатні установки;

- модульні установки.

Пуск установок може бути електричним, пневматичним, гідравлічним, механічним або комбінованим.

Залежно від класу можливої пожежі (ГОСТ 27331-87) на об'єкті, що захищається, установки повинні заряджатися вогнегасним порошком (далі – ОП) відповідної марки.

Як робочий газ в установках порошкового пожежогасіння можуть використовуватися стисле повітря і азот по ГОСТ 9293-74\*, двоокис вуглецю по ГОСТ 8050-85.

Точка роси робочого газу має бути не вище мінус 40°C.

Установки мають бути забезпечені 100%, відносно розрахункового, запасом ОП і робочого газу, який зберігається на об'єкті, з метою забезпечення перезарядки установки після її спрацьовування протягом 24 годин.

У випадках, коли можливе повторне займання горючого матеріалу, слідє передбачати 100% резерв ОП.

Допускається застосування установок порошкової пожежогасінні для захисту об'єктів, де використовуються установки з іншими вогнегасними речовинами (вода, піна, газ).

Діапазон температур експлуатації установок порошкової пожежогасінні слідє приймати залежно від їх кліматичного виконання.

## **15.2 Установки об'ємного пожежогасіння**

Установки об'ємної пожежогасінні призначені для створення середовища, що не підтримує горіння в усьому об'ємі приміщення, що захищається, і можуть застосовуватися тільки для захисту об'єктів, що є замкнутим простором, причому загальна площа отворів в огороженні, які не закриваються перед спрацьовуванням установки, не повинна перевищувати 15 % від сумарної площі будівельних конструкцій, що захищають. Двері в приміщення, підмет протипожежному захисту, мають бути такі, що закриваються самі.

Вентиляція цього приміщення повинна відключатися до початку витікання ОП при спрацьовуванні установки.

### 15.3 Установки локального пожежогасіння

Установки локального пожежогасіння застосовуються в тих випадках, коли технічно неможливо або економічно недоцільно застосовувати установки об'ємного пожежогасіння.

Розрахункова величина зони, що захищається установкою локального пожежогасіння по об'єму, визначається як добуток площі основи і висоти агрегату або технологічної установки, що підлягає захисту. При цьому всі габаритні розміри (довжина, ширина, висота) збільшуються відносно фактичних на 1,5 м кожний.

В разі застосування установки локального пожежогасіння по площі, як розрахункова величина зони захисту приймається максимально можлива площа пожежі на момент спрацювання установки порошкового пожежогасіння. Можлива площа пожежі має бути заздалегідь визначена на основі прогнозованої можливої аварії на об'єкті, що підлягає захисту, з урахуванням конструктивних і технологічних заходів, що застосовуються з метою обмеження розвитку пожежі.

В разі захисту об'єкта з наявністю горючих рідин мають бути передбачені заходи з метою відвернення їхнього розливання та розбризкування за межі зони захисту (відбортровка, влаштування аварійного зливання, екрани тощо).

Для локального пожежогасіння по об'єму повинні застосовуватись установки з розподільною мережею.

Для локального пожежогасіння по об'єму норма подавання ВП, указаних в додатку Е, становить  $1,2 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ .

Тривалість подавання ВП під час гасіння повинна бути від 20 до 30 с.

Недоцільно застосовувати установки локального порошкового пожежогасіння по об'єму, якщо розрахунковий локальний об'єм, що підлягає захисту, перевищує  $200 \text{ м}^3$  і висота технологічного устаткування, що підлягає захисту, перевищує 3 м.

Для локального пожежогасіння по площі можуть застосовуватись як установки з розподільною мережею, так і установки з лафетними або ручними стволами.

Конструкція і розміщення трубопроводів і розпилювачів розподільної мережі установок, що проектуються, повинні задовольняти вимогам паспортів, технічних умов та іншої чинної нормативної та технічної документації на відповідні установки і їхні елементи.

Розпилювачі повинні розміщуватись таким чином, щоб забезпечувалось зрошення всієї зовнішньої поверхні обладнання, що підлягає захисту. Відстань від розпилювачів до поверхні обладнання, що підлягає захисту, повинна регламентуватись паспортом на відповідний розпилювач і становить, як правило, від 2 до 4,5 м.

При проектуванні установок локального порошкового пожежогасіння по площі відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 на об'єкті, що підлягає захисту, повинні



бути виконані заходи щодо обмеження можливої площі пожежі величиною, яка не перевищує паспортного значення вогнегасної спроможності установки, яка застосовується.

В приміщеннях, які мають технологічні площадки і вентиляційні короби завширшки або діаметром більше 0,75 м, має бути установлений додатковий розподільний трубопровід з розпилювачами під площадками і коробами.

Установки з лафетними стволами застосовуються для захисту об'єктів, де неможливе застосування розподільних мереж (велика висота приміщень, інтенсивне використання підйомно-транспортних засобів тощо), і повинні розміщуватись у легкодоступних місцях таким чином, щоб забезпечувалась можливість маневрування стволом в усьому робочому діапазоні, а порошковий струмінь, враховуючи його ефективну дальність, міг досягти найвіддаленішої межі зони захисту.

Розміри зони, що захищається установкою з лафетним стволом, не повинні перевищувати паспортних значень, встановлених заводом-виготовлювачем відповідної установки.

Установка з лафетним стволом повинна забезпечити нормативне подавання ВП не менше  $8 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$  можливої площі пожежі з інтенсивністю не менше  $0,4 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ . Тривалість безперервного подавання вогнегасного порошку повинна бути не менше 20 с.

Установки локального пожежогасіння по площі з ручними стволами призначені для гасіння пожеж операторами в визначених пожежонебезпечних зонах і можуть застосовуватись як самостійно, так і у доповнення до установок з розподільними мережами.

Витрата ВП, що подається через ручний ствол, повинна становити від  $3,5 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$  до  $5,0 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$ , тривалість подавання повинна становити не менше 30 с, норма подавання - не менше  $6 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$ , інтенсивність - не менше  $0,2 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ .

#### **15.4 Трубопроводи установок та вентиляційні системи приміщень**

Трубопроводи і з'єднання розподільної мережі установок, розпилювачі повинні виготовлятись з негорючих матеріалів, фізичні і хімічні властивості яких забезпечують достатній запас міцності та стійкості до впливу факторів навколишнього середовища, в тому числі й в умовах пожежі. Як правило, трубопроводи установок виконують з сталевих труб за ГОСТ 8732-91, ГОСТ 8734-91 і ГОСТ 3262-75\*.

Для роботи у корозійно-активному середовищі повинні застосовуватись відповідні конструкційні матеріали.

З'єднання трубопроводів можуть бути фланцеві та за допомогою фітінгів.

Під час монтажу трубопроводів розподільної мережі установок горизонтальні ділянки трубопроводів повинні прокладатись з ухилом не менше 0,01 в напрямку розпилювачів.

Відстань від розпилювача до місця закріплення трубопроводу повинна бути в межах від 0,1 до 0,5м.

Відстань між засобами закріплення трубопроводів до будівельних конструкцій необхідно приймати згідно з СНІП 3.05.01-85 для неізольованих трубопроводів.

### **15.5 Станції пожежогасіння**

Резервуари з ВП установок з розподільною мережею, джерело робочого газу, блок електрокерування та установка пожежної сигналізації розміщуються в спеціальному приміщенні, відокремленому від приміщення, що підлягає захисту, протипожежними перегородками 1-го типу, перекриттями 3-го типу і такому, що відповідає таким вимогам: висота не менше 2,5 м; підлога з твердим покриттям, яке витримує навантаження від встановленого обладнання; освітленість не менше 100 лк при люмінесцентних лампах і не менше 75 лк при лампах розжарювання; аварійне освітлення з освітленістю не менше 10 лк; середовище вибухобезпечне.

Приміщення станції повинно бути обладнане телефонним зв'язком з приміщенням чергового персоналу.

Біля входу до приміщення станції пожежогасіння повинно бути встановлене світлове табло «Станція пожежогасіння».

Приміщення станції пожежогасіння не можна розташовувати під і над приміщеннями з категоріями виробництва А, Б і В, за винятком приміщень категорії В, які обладнані автоматичними установками пожежогасіння.

Установки порошкового пожежогасіння дозволяється розміщувати в приміщеннях без штучного регулювання температури повітря згідно з кліматичним виконанням і категорією розміщення за ГОСТ 15150-69\*, які регламентуються технічною документацією на відповідну установку.

Приміщення, в яких виконується зарядження установок ВП, повинні бути обладнані припливно-витяжною місцевою вентиляцією відповідно до ГОСТ 12.4.021-75\*.

Резервуари з ВП і балони зі стисненим газом повинні бути встановлені на відстані не менше 1 м від джерела тепла.

Резервуари з ВП і балони з робочим газом установок локального пожежогасіння допускається розміщувати в приміщенні, що підлягає захисту, на відстані не менше 5 м від обладнання, яке підлягає захисту (місця можливого виникнення пожежі). При цьому має бути забезпечений захист резервуарів і балонів від механічних і хімічних ушкоджень, впливу інших негативних факторів навколишнього середовища, в тому числі під час пожежі.

При розміщенні установок повинна бути забезпечена зручність технічного обслуговування і передбачені заходи, які виключають несанкціонований доступ до них.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування. Навч. посіб. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://atpicak.ucoz.ua/load/>
2. Навацкий А. А. Производственная и пожарная автоматика ч. 1 : Учебник. / А. А. Навацкий – Москва, 1985. – 195 с.
3. Воробйов О. І. Проектування монтаж, технічне обслуговування установок пожежної сигналізації: Навч. посіб. / О. І. Воробйов. – Львів : Сполом, 2003. – 137 с.
4. Зайцев В. Ф. Теория автоматического управления и регулирования / В. Ф. Зайцев. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – Киев : Высшая шк., 1989. – 431 с.
5. Эксплуатация установок пожарной автоматики / [Н. Ф. Бубырь, Р. П. Воробьев, Ю. В. Быстров, Г. М. Зуйков]; Под ред. Н. Ф. Бубыря. – Москва : Стройиздат, 1986. – 367 с.
6. Бубырь Н. Ф. Пожарная автоматика: Учебник для пожарно-техн. училищ / Н. Ф. Бубырь и др. – [2-е изд.]. – Москва : Стройиздат, 1984. – 208 с.
7. Иванов Е. Н. Расчет и проектирование систем пожарной защиты. / Е. Н. Иванов. – Москва, 1977.
8. Іванов А. О. Теорія автоматичного керування: Підручник. / А. О. Іванов. – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2003. – 250 с.
9. Зимодро А. Ф. Основы автоматики: уч. пособ. для техникумов / А. Ф. Зимодро, Г. Л. Скибинский. – Ленинград : Энергоатомиздат, 1984. – 160 с.
10. ДБН В.2.5-13-98. Пожежна автоматика будинків і споруд.
11. Попович М. Г. Теорія автоматичного керування: Підручник. / М. Г. Попович, О. В. Ковальчук. – [2-ге вид., перероб. і доп.]. – Київ : Либідь, 2007. – 656 с.
12. Енциклопедія кібернетики. тт. 1, 2. – Київ : Головна редакція УРЕ, 1973. – 584 с.

### Рекомендовані додаткові джерела

1. ГОСТ 12.1 004-91. ССБТ. Пожежна безпека. Загальні вимоги.
2. ГОСТ 12.1 019-79 ССБТ. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту.
3. ГОСТ 12.1 030-81 ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення.
4. ГОСТ 12.2 003-91 ССБТ. Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки.

5. ГОСТ 12.2 007.0-75 ССБТ. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки.
6. ГОСТ 12.3 046-91 ССБТ. Установки пожежогасіння автоматичні. Загальні технічні вимоги.
7. ГОСТ 12.4 009-83 ССБТ. Пожежна техніка для захисту об'єктів. Основні види, розміщення та обслуговування.
8. ГОСТ 12.4 026-76 ССБТ. Кольори сигнальні та знаки безпеки.
9. ГОСТ 14254-96 Ступені захисту, що забезпечують оболонки.
10. ГОСТ 15150-69 Машини, прилади та інші технічні вироби. Виконання для різних кліматичних районів. Категорії, умови експлуатації, зберігання і транспортування в частині впливу кліматичних факторів зовнішнього середовища.
11. ГОСТ Р 50680-94 Установки водяного пожежогасіння автоматичні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
12. ГОСТ Р 50800-95. Установки пінного пожежогасіння автоматичні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
13. ГОСТ Р 50898-96 Сповіщувачі пожежні. Вогневі випробування.
14. ГОСТ Р 50969-96 Установки газового пожежогасіння автоматичні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань
15. ГОСТ Р 51089-97. Прилади приймально-контрольні й керування пожежні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
16. НПБ 56-96 Установки порошкового пожежогасіння імпульсні. Тимчасові норми і правила проектування і експлуатації.
17. НПБ 57-97 Прилади й апаратура автоматичних установок пожежогасіння та пожежної сигналізації. Перешкодостійкість і помехоемісія. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
18. НПБ 58-97 Системи пожежної сигналізації адресні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
19. НПБ 65-97 Сповіщувачі пожежні оптико-електронні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
20. НПБ 66-97 Сповіщувачі пожежні автономні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
21. НПБ 70-98 Сповіщувачі пожежні ручні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
22. НПБ 71-98 Сповіщувачі пожежні газові. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
23. НПБ 72-98 Сповіщувачі пожежні полум'я. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
24. НПБ 75-98 Прилади приймально-контрольні пожежні. Прилади керування пожежні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.

25. НПБ 76-98 Сповіщувачі пожежні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
26. НПБ 77-98 Технічні засоби оповіщення та управління евакуацією пожежники. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
27. НПБ 85-2000 Сповіщувачі пожежні теплові. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
28. НПБ 88-2000 Прилади приймально-контрольні й керування пожежні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
29. НПБ Установки пожежогасіння і сигналізації. норми проектування та застосування.
30. НПБ Сповісники радіоізотопні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
31. НПБ Сповіщувачі пожежні лінійні. Загальні технічні вимоги. Методи випробувань.
32. НПБ 104-95 Проектування систем оповіщення людей про пожежу в будівлях і спорудах.
33. НПБ 105-95 Визначення категорій приміщень і будинків по вибухопожежної і пожежної небезпеки.
34. НПБ 110-99 Перелік будинків та споруд, приміщень та обладнання, що підлягають захистові автоматичними установками гасіння та виявлення пожежі.
35. Методичні рекомендації. Автоматичні системи пожежогасіння та пожежної сигналізації. Правила приймання та контролю.

*Навчальне видання*

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ

**«Системи контролю  
небезпечних та шкідливих виробничих факторів»**

*(для студентів 4 курсу денної форми навчання галузь знань 1702 – Цивільна  
безпека напряму підготовки 6.170202 – Охорона праці)*

Укладач **АБРАКІТОВ** Володимир Едуардович

Відповідальний за випуск *В. І. Заїченко*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2013, поз. 148М

---

Підп. до друку 31.01.2013

Формат 60x84/16

Друк на ризографі.

Ум. друк. арк. 4,2

Зам. №

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова  
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4705 від 28.03.2014 р.